

527, 530

REG'D PCT 10/11 MAR 2005
10/27 530

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年4月1日 (01.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/028217 A1

- (51) 国際特許分類: H05B 33/22, 33/14
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011898
(22) 国際出願日: 2003年9月18日 (18.09.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-275083 2002年9月20日 (20.09.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 出光興産株式会社 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) [JP/JP];
〒100-8321 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号
Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 荒金 崇士
(ARAKANE, Takashi) [JP/JP]; 〒299-0205 千葉県袖ケ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 岩隈 俊裕
(IWAKUMA, Toshihiro) [JP/JP]; 〒299-0205 千葉県袖ケ浦市上泉1280番地 Chiba (JP). 細川 地潮
(HOSOKAWA, Chishio) [JP/JP]; 〒299-0205 千葉県袖ケ浦市上泉1280番地 Chiba (JP).
(74) 代理人: 大谷 保, 外 (OHTANI, Tamotsu et al.); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目25番2号ブリヂストン虎ノ門ビル6階 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
添付公開書類:
— 国際調査報告書
2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) Abstract: An organic electroluminescent element comprising a negative electrode and a positive electrode and, interposed therebetween, one or more organic thin film layers including a luminescent layer containing at least a phosphorescent luminous compound, which organic electroluminescent element further comprises an electron injection layer bonded to the negative electrode, the electron injection layer comprising as a main component at least one member selected from among metal chelate complexes of nitrogenous ring, nitrogenous 5-membered ring derivatives, noncondensed nitrogenous 6-membered ring derivatives and condensed nitrogenous 6-membered ring derivatives having one carbon ring condensed and comprising as a reducing dopant at least one member selected from among alkali metals, alkali metal complexes, alkali metal compounds, alkaline earth metals, alkaline earth metal complexes, alkaline earth metal compounds, rare earth metals, rare earth metal complexes and rare earth metal compounds. This organic electroluminescent element realizes phosphorescent luminescence and exhibits high luminous efficiency and prolonged durability.

(57) 要約: 本発明は、陰極と陽極間に、少なくとも燐光性の発光化合物を含有する発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該陰極と接合した電子注入層を有し、該電子注入層が、含窒素環の金属キレート錯体、含窒素5員環誘導体、非縮合含窒素6員環誘導体、及び一つの炭素環を縮合した縮合含窒素6員環誘導体から選ばれる少なくとも一種類を主成分として含有し、アルカリ金属、アルカリ金属錯体、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属錯体、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、希土類金属錯体、及び希土類金属化合物から選ばれた少なくとも一種類を還元性ドーパントとして含有する有機エレクトロルミネッセンス素子であり、燐光性の発光を用い、発光効率が高く、寿命が長い有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

WO 2004/028217 A1

明 細 書

有機エレクトロルミネッセンス素子

技術分野

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、特に、燐光性の発光を利用し、発光効率が高く長寿命の有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものである。

背景技術

有機エレクトロルミネッセンス素子（以下エレクトロルミネッセンスをELと略記することがある）は、電界を印加することより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機EL素子の報告（C. W. Tang, S. A. Vanslyke, アプライドフィジックスレターズ(Applied Physics Letters), 51巻、913頁、1987年等）がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機EL素子に関する研究が盛んに行われている。Tangらは、トリス（8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム）を発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じ込めること等が挙げられる。この例のように有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送（注入）層、電子輸送発光層の2層型、又は正孔輸送（注入）層、発光層、電子輸送（注入）層の3層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

有機EL素子の発光材料としてはトリス（８－キノリノラート）アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ビスチリルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られており、それらからは青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている（例えば、特開平８－２３９６５５号公報、特開平７－１３８５６１号公報参照）。

また、近年、有機EL素子の発光層に、発光材料の他に有機燐光材料を利用することも提案されている（例えば、D.F.O'Brien and M.A.Baldo et al "Improve d energy transfer in electrophosphorescent devices" Applied Physics letters Vol. 74 No. 3, pp442-444, January 18, 1999、M.A.Baldo et al "Very high - efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence" Applied Physics letters Vol. 75 No. 1, pp4-6, July 5, 1999参照）。

このように有機EL素子の発光層において、有機燐光材料の励起状態の一重項状態と三重項状態とを利用することにより、高い発光効率が達成されている。有機EL素子内で電子と正孔が再結合する際にはスピン多重度の違いから一重項励起子と三重項励起子とが１：３の割合で生成すると考えられているので、燐光性の発光材料を用いれば蛍光のみを使った素子の３～４倍の発光効率の達成が考えられる。

このような有機EL素子においては、３重項の励起状態又は３重項の励起子が消光しないように順次、陽極、有機発光層、電子輸送層（正孔阻止層）、電子注入層、陰極のように層を積層する構成が用いられてきた。有機発光層と陰極間に、有機発光層からの正孔の移動を制限する正孔阻止層を設け正孔を発光層中に効率よく蓄積することによって、電子との再結合確率を向上させ、発光の高効率化を達成することができるが、正孔阻止層と陰極金属を直接接合すると寿命や効率などの性能が著しく低くなるため正孔阻止層と陰極の間に必ず電子注入層が必要

であることが認識されていた（例えば、米国特許第 6 0 9 7 1 4 7 号明細書、国際特許公報 WO 0 1 / 4 1 5 1 2 号明細書参照）。

しかしながら、これら従来の電子注入構成においては、電子輸送層に用いられるフェナントロリン誘導体が、正孔阻止能において高い性能を保有するが劣化しやすく長寿命な素子が得られないという問題があった。そこでフェナントロリン誘導体に代えて 8-ヒドロキシキノリンが 2 配位し、さらに残りの配位子としてアリールオキシを用いた金属錯体（BMq）系の材料を正孔阻止層に用いて寿命を改善した技術が開示されている（特開 2 0 0 1 - 2 8 4 0 5 6 号公報参照）。しかし、この素子においても順次、有機発光層、電子輸送層（正孔阻止層）、電子注入層、陰極のように層を積層する構成が用いられており、より層構成の簡素化が求められていた。

そこで本発明者は、上記電子注入構成を検討した結果、従来、陰極の材料として用いられている Mg 系合金や酸化 Li は、前記 BMq 系の材料と密着性が不十分であるため正孔阻止層と陰極を接合しても、効率や寿命面で十分な性能が得ることができないという結論に到達し、層構成の簡易化のためには陰極と BMq の密着性を改善するべきであるとの認識が新たに得られた。

さらに、フェナントロリン誘導体に代表される縮合含窒素 6 員環は、分子の平面性が高く、発光層界面で三重項を消光しやすい。しかし、これを避けるために、含窒素 5 員環誘導体、非縮合含窒素 6 員環誘導体、一つの炭素環を縮合した縮合含窒素 6 員環誘導体のいずれかを用いると、有機 EL 素子の寿命が短いという問題があった。これは電子輸送する際に、含窒素環誘導体単独では電子輸送能が不十分であり、電子輸送能が劣化しやすいと共に、電子注入層に正孔が注入されると劣化が生じるためである。

発明の開示

本発明は、前記の課題を解決するためになされたもので、燐光性の発光を用いた有機EL素子において、発光効率が高く、寿命が長い有機EL素子を提供することを目的とする。

本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、陰極と電子注入層を密着接合し、該電子注入層が、発光層で生成する三重項を消光しない含窒素環の金属キレート錯体、含窒素5員環誘導体、非縮合含窒素6員環誘導体、及び一つの炭素環を縮合した縮合含窒素6員環誘導体から選ばれる少なくとも一種類を主成分として含有し、さらに特定の還元性ドーパントを添加することにより、陰極と電子注入層との密着性が改善され、電子注入層の電子輸送能を向上し正孔注入による劣化を抑制できるため、燐光性の発光を利用した有機EL素子の発光効率が高く、寿命が長い有機EL素子が得られることを見出し本発明を完成したものである。

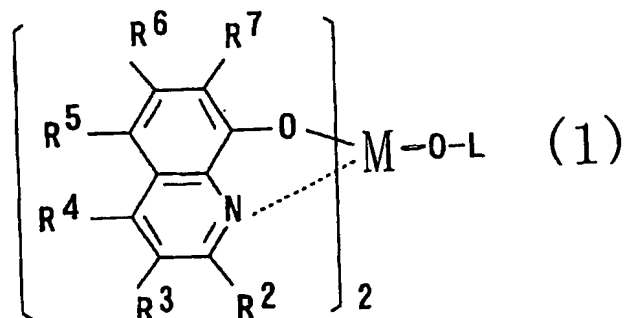
すなわち、本発明は陰極と陽極間に、少なくとも燐光性の発光化合物を含有する発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該陰極と接合した電子注入層を有し、該電子注入層が、含窒素環の金属キレート錯体、含窒素5員環誘導体、非縮合含窒素6員環誘導体、及び一つの炭素環を縮合した縮合含窒素6員環誘導体から選ばれる少なくとも一種類を主成分として含有し、アルカリ金属、アルカリ金属錯体、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属錯体、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、希土類金属錯体、及び希土類金属化合物から選ばれた少なくとも一種類を還元性ドーパントとして含有する有機EL素子を提供するものである。

発明を実施するための最良の形態

本発明の有機EL素子は、本発明は陰極と陽極間に、少なくとも燐光性の発光化合物を含有する発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されて

いる有機EL素子において、該陰極と接合した電子注入層を有し、該電子注入層が、含窒素環の金属キレート錯体、含窒素5員環誘導体、非縮合含窒素6員環誘導体、及び一つの炭素環を縮合した縮合含窒素6員環誘導体から選ばれる少なくとも一種類を主成分として含有し、アルカリ金属、アルカリ金属錯体、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属錯体、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、希土類金属錯体、及び希土類金属化合物から選ばれた少なくとも一種類を還元性ドーパントとして含有する。

前記電子注入層の主成分である含窒素環の金属キレート錯体は、下記一般式(1)で表されると好ましい。



$\text{R}^2 \sim \text{R}^7$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、オキシ基、アミノ基、又は炭素数1～40の炭化水素基であり、これらは置換されていてもよい。

一般式(1)の $\text{R}^2 \sim \text{R}^7$ のハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。

一般式(1)の $\text{R}^2 \sim \text{R}^7$ の置換されていてもよいアミノ基は $-\text{NX}^1\text{X}^2$ と表され、 X^1 、 X^2 の例としては、それぞれ独立に、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1,2-ジヒドロキシエチル基、1,3-ジヒドロキシイソプロピル基、2,3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1,2,

3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1, 2-ジブromoエチル基、1, 3-ジブromoイソプロピル基、2, 3-ジブromo-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、4-スチリルフェニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-

トリル基、p-トープチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-トープチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1,7-フェナンスロリン-2-イル基、1,7-フェナンスロリン-3-イル基、1,7-フェナンスロリン-4-イル基、1,7-フェナンスロリン-5-イル基、1,7-フェナンスロリン-6-イル基、1,7-フェナンスロリン-8-イル基、1,7-フェナ

ンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フ

エノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-ト-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-ト-ブチル-1-インドリル基、4-ト-ブチル-1-インドリル基、2-ト-ブチル-3-インドリル基、4-ト-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

一般式(1)の $R^2 \sim R^7$ の前記炭素数1~40の炭化水素基としては、置換もしくは無置換のアルキル基、アルケニル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、アラルキル基、アリールオキシ基、アルコキシカルボニル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換のアルキル基の例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1,2-ジヒドロキシエチル基、1,3-ジヒドロキシイソプロピル基、2,3-ジヒドロキシ-ト-ブチル基、1,2,3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1,2-ジクロロエチル基、1,3-ジクロロイソプロピル基、2,3-ジクロロ-ト-ブチル基、1,2,3-トリクロロブ

ロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換のアルケニル基の例としては、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1, 3-ブタンジエニル基、1-メチルビニル基、スチリル基、2, 2-ジフェニルビニル基、1, 2-ジフェニルビニル基、1-メチルアリル基、1, 1-ジメチルアリル基、2-メチルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニルアリル基、3-フェニルアリル基、3, 3-ジフェニルアリル基、1, 2-ジメチルアリル基、1-フェニル-1-ブテニル基、3-フェニル-1-ブテニル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換のシクロアルキル基の例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換のアルコキシ基は $-OY^1$ と表され、 Y^1 の例として

は、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシー α -ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ α -ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ α -ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード α -ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ α -ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ α -ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ α -ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル

基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-tert-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-tert-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換の芳香族複素環基の例としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カル

バゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8

ーフェナンスロリンー5-イル基、2, 8-フェナンスロリンー6-イル基、2, 8-フェナンスロリンー7-イル基、2, 8-フェナンスロリンー9-イル基、2, 8-フェナンスロリンー10-イル基、2, 7-フェナンスロリンー1-イル基、2, 7-フェナンスロリンー3-イル基、2, 7-フェナンスロリンー4-イル基、2, 7-フェナンスロリンー5-イル基、2, 7-フェナンスロリンー6-イル基、2, 7-フェナンスロリンー8-イル基、2, 7-フェナンスロリンー9-イル基、2, 7-フェナンスロリンー10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロールー1-イル基、2-メチルピロールー3-イル基、2-メチルピロールー4-イル基、2-メチルピロールー5-イル基、3-メチルピロールー1-イル基、3-メチルピロールー2-イル基、3-メチルピロールー4-イル基、3-メチルピロールー5-イル基、2-トープチルピロールー4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロールー1-イル基、2-メチルー1-インドリル基、4-メチルー1-インドリル基、2-メチルー3-インドリル基、4-メチルー3-インドリル基、2-トープチル1-インドリル基、4-トープチル1-インドリル基、2-トープチル3-インドリル基、4-トープチル3-インドリル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換のアラルキル基の例としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニルートープチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピ

ル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、p-メチルベンジル基、m-メチルベンジル基、o-メチルベンジル基、p-クロロベンジル基、m-クロロベンジル基、o-クロロベンジル基、p-ブロモベンジル基、m-ブロモベンジル基、o-ブロモベンジル基、p-ヨードベンジル基、m-ヨードベンジル基、o-ヨードベンジル基、p-ヒドロキシベンジル基、m-ヒドロキシベンジル基、o-ヒドロキシベンジル基、p-アミノベンジル基、m-アミノベンジル基、o-アミノベンジル基、p-ニトロベンジル基、m-ニトロベンジル基、o-ニトロベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換のアリールオキシ基は-OZと表され、Zの例としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル

基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、
2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、
6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインド
リル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基
、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基
、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-
ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イ
ソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、
6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-
キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル
基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノ
リル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-
イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサ
リニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-
カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-
フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル
基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリ
ジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニ
ル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-
フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1,
7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基
、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イ
ル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-1
0-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリ
ン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンス
ロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナ

ンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル

基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-テブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-テブチル-1-インドリル基、4-テブチル-1-インドリル基、2-テブチル-3-インドリル基、4-テブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

前記置換もしくは無置換のアルコキシカルボニル基は $-COOY^2$ と表され、 Y^2 の例としてはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミ

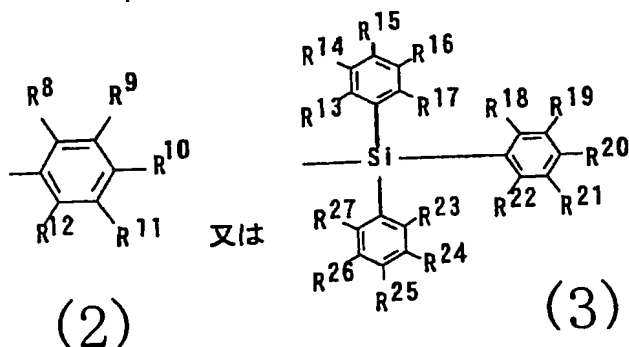
ノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

一般式(1)の $R^2 \sim R^7$ の置換基としては、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アシルオキシ基、アシルアミノ基、アルコキシカルボニルアミノ基、アリールオキシカルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、スルホニル基、ハロゲン原子、シアノ基、芳香族複素環基等が挙げられる。

一般式(1)の $R^2 \sim R^7$ の置換基としては、シアノ基、ハロゲン原子、炭素数10個以下の炭素原子を含有するハロアルキル基、ハロアルコキシ基、アミノ基、カルボニル基、カルボニルオキシ基、オキシカルボニル基が好ましい。

Mは、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)又はインジウム(In)であり、Inであると好ましい。

一般式(1)のLは、下記一般式(2)又は(3)で表される基である。

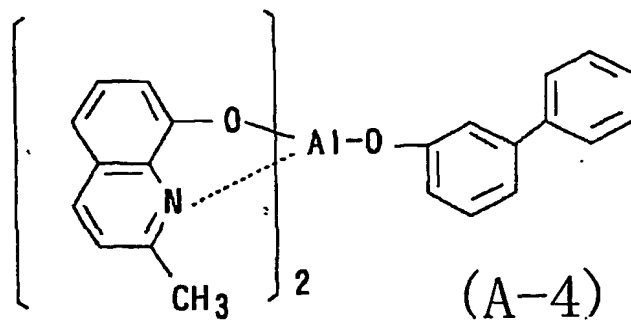
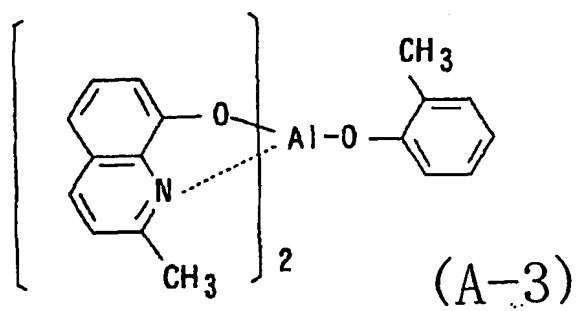
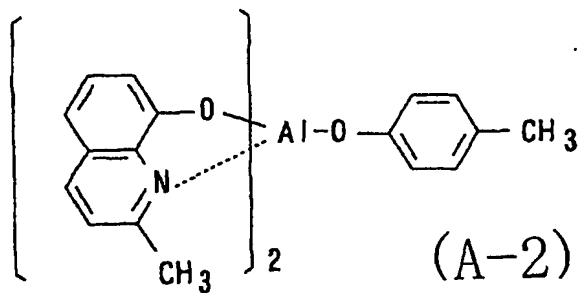
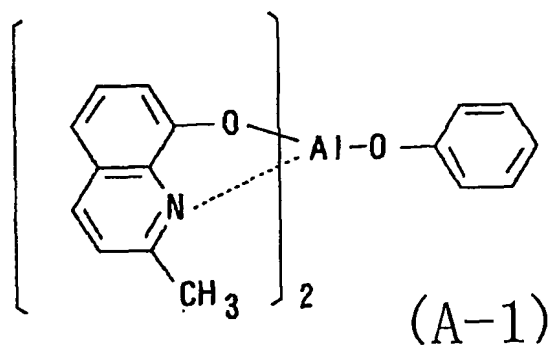


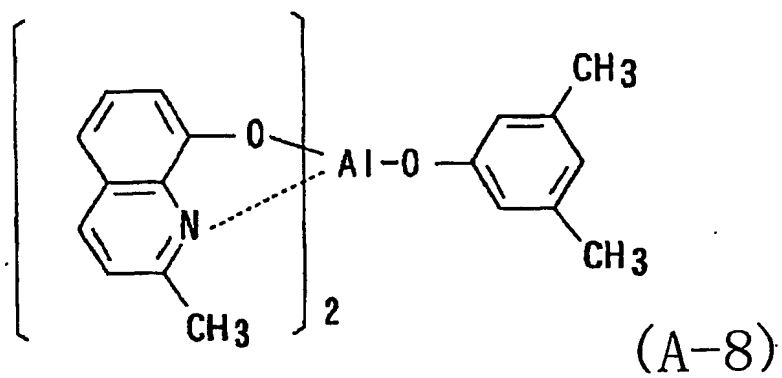
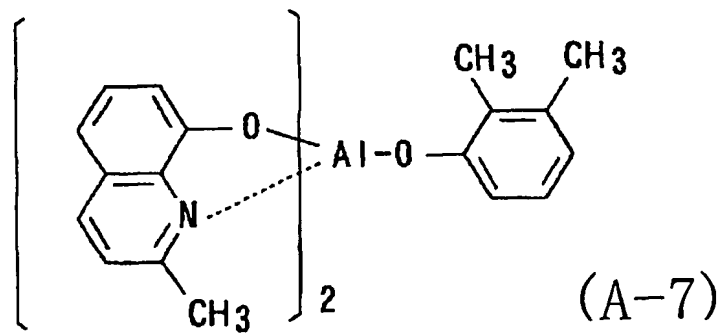
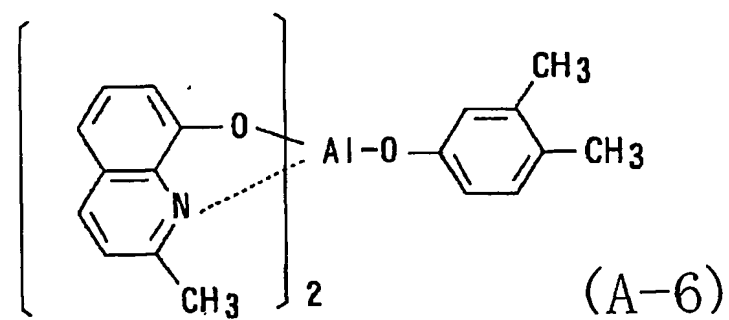
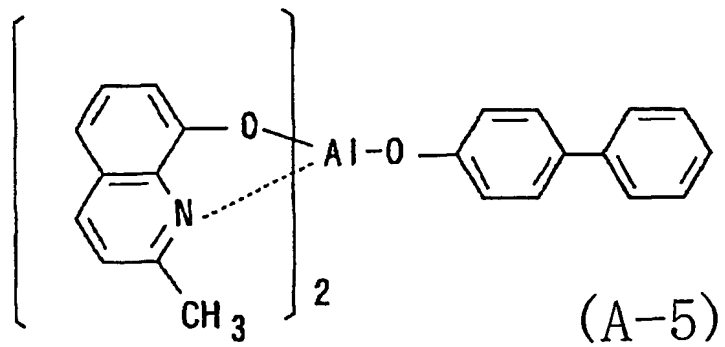
(式中、 $R^8 \sim R^{12}$ は、それぞれ独立に、水素原子又は置換もしくは無置換の炭素数1～40の炭化水素基であり、互いに隣接する基が環状構造を形成していてもよい。また、 $R^{13} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、水素原子又は置換もしくは無置換の炭素数1～40の炭化水素基であり、互いに隣接する基が環状構造を形成していてもよい。)

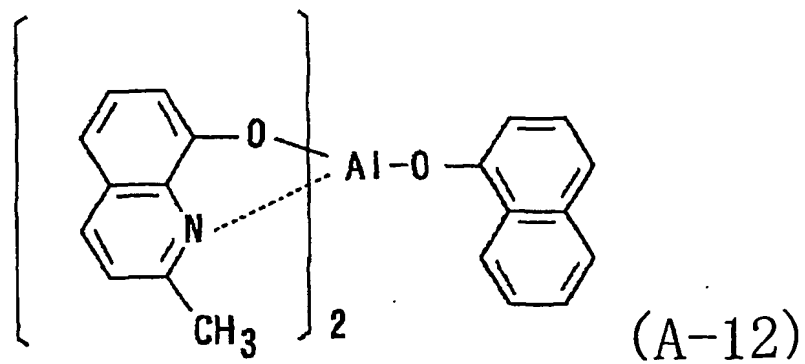
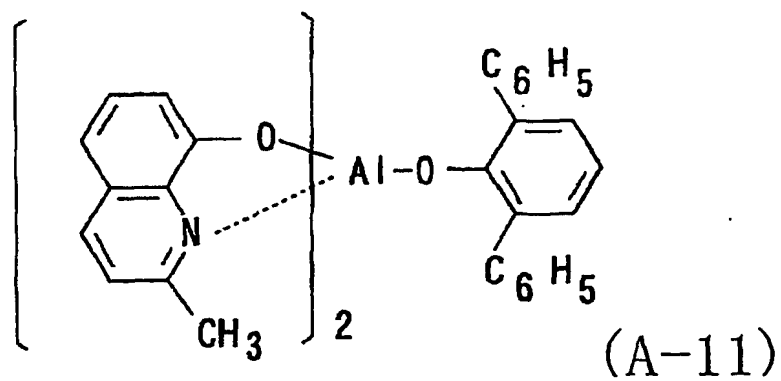
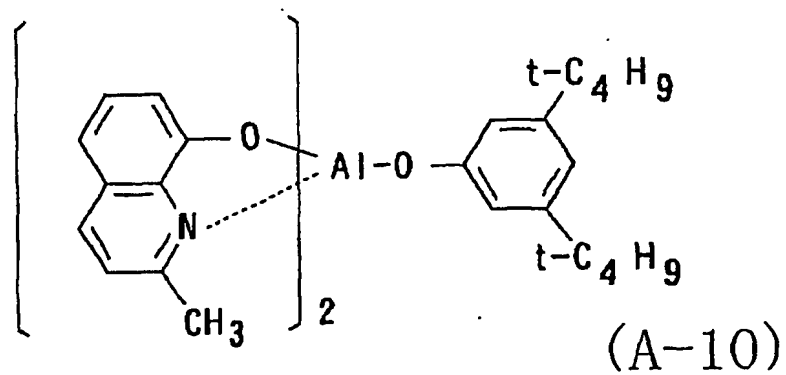
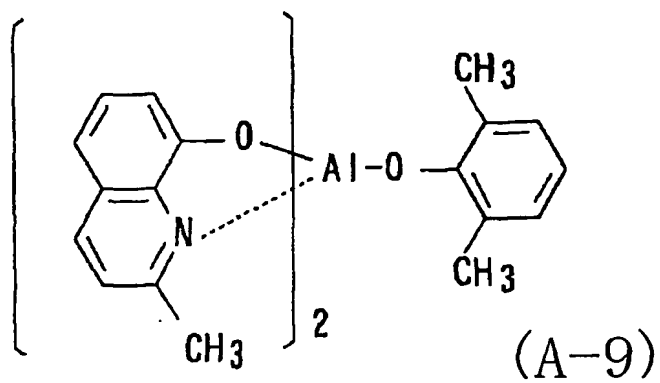
一般式(2)及び(3)の前記 $R^8 \sim R^{12}$ 及び $R^{13} \sim R^{27}$ が示す炭素数1～40の炭化水素基としては、前記 $R^2 \sim R^7$ の具体例と同様のものが挙げられる。

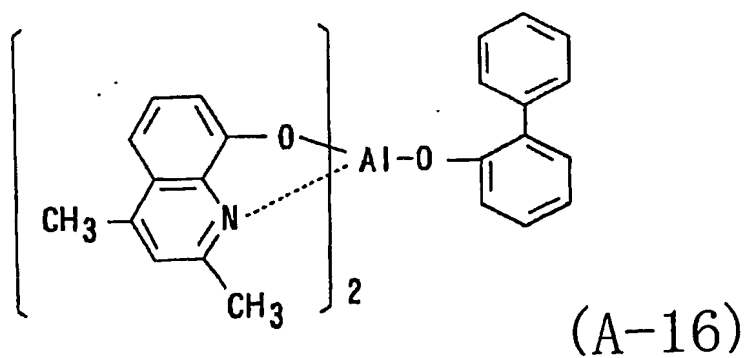
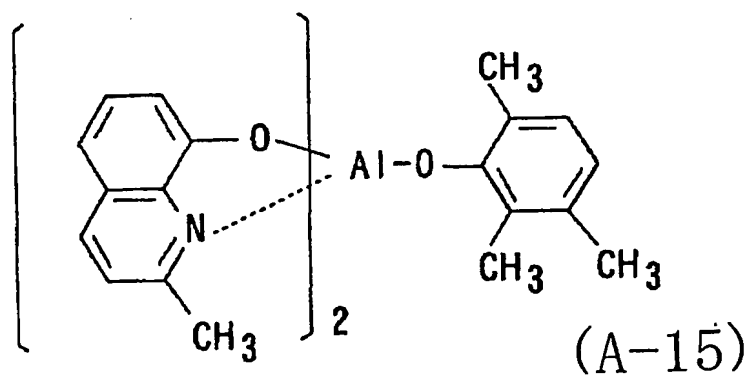
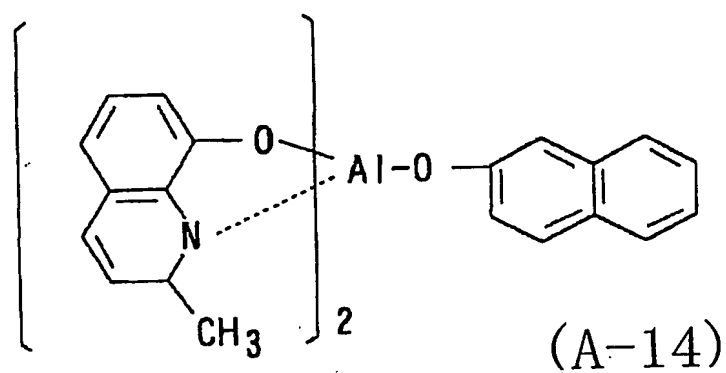
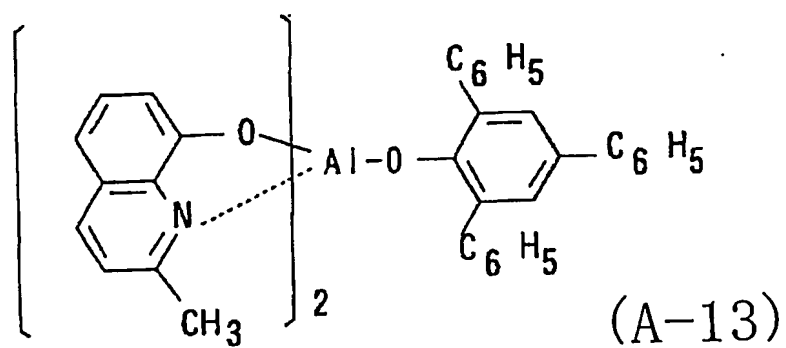
また、前記 $R^8 \sim R^{12}$ 及び $R^{13} \sim R^{27}$ の互いに隣接する基が環状構造を形成した場合の2価の基としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン-2, 2'-ジイル基、ジフェニルエタン-3, 3'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4, 4'-ジイル基等が挙げられる。

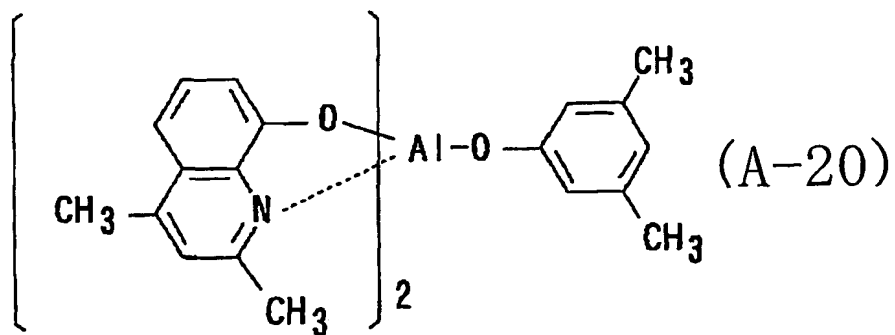
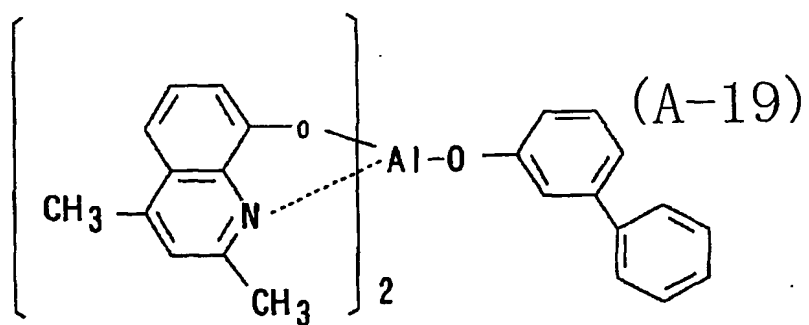
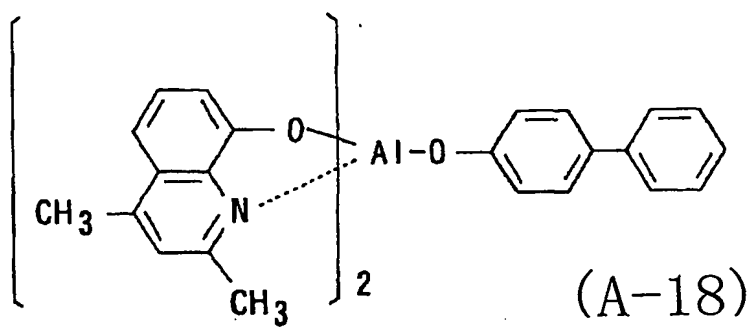
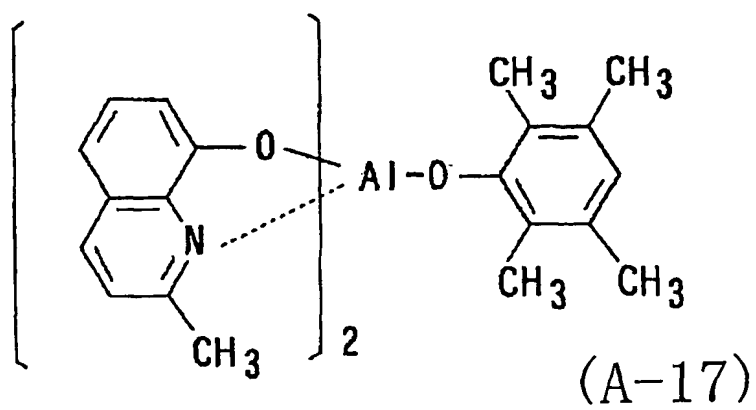
一般式(1)で表される含窒素環の金属キレート錯体の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

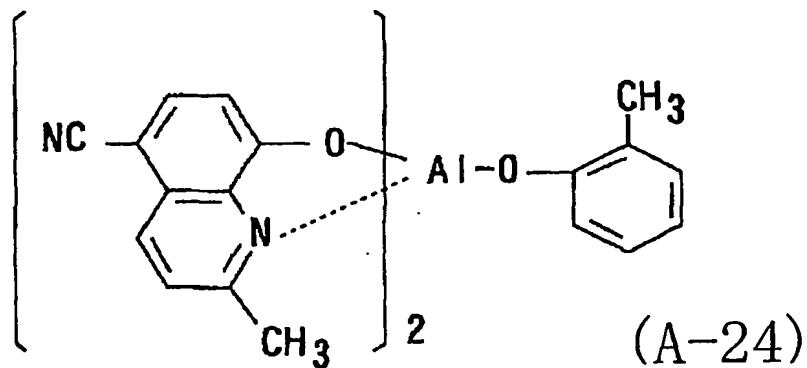
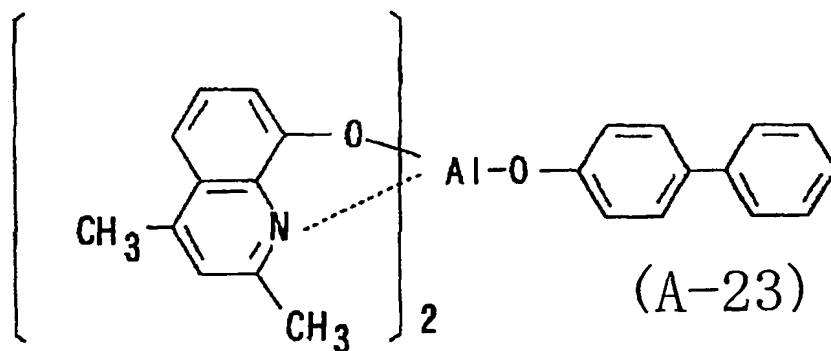
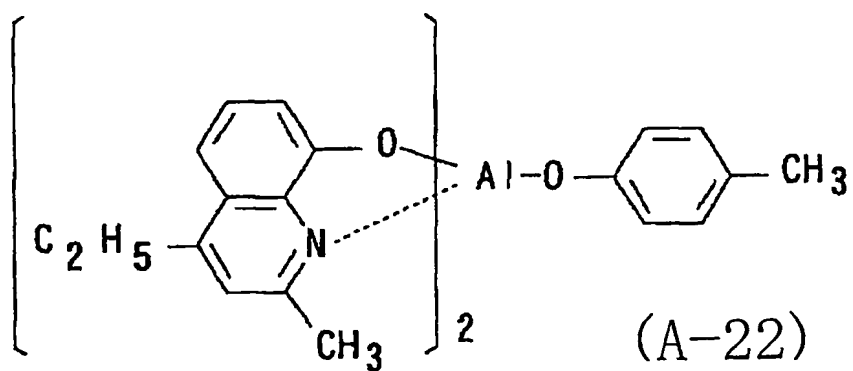
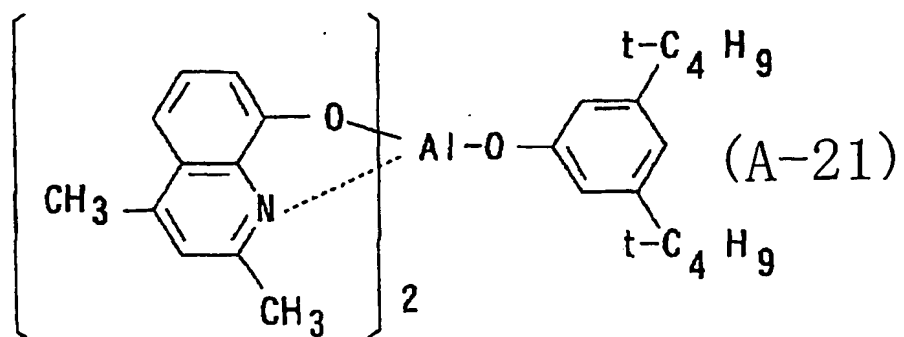


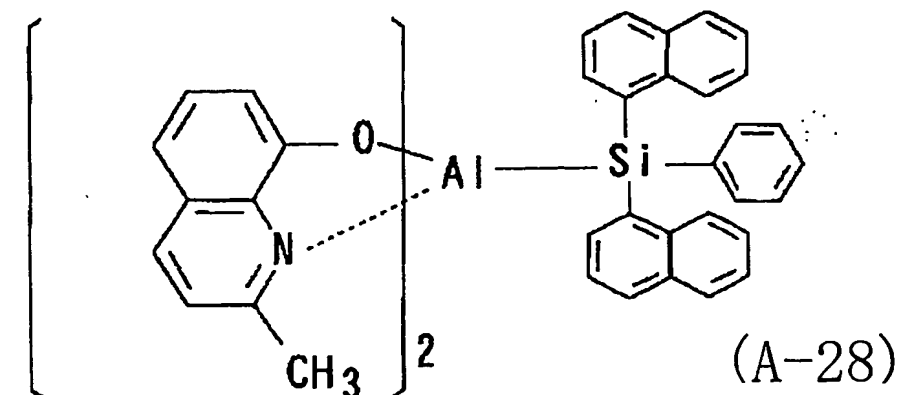
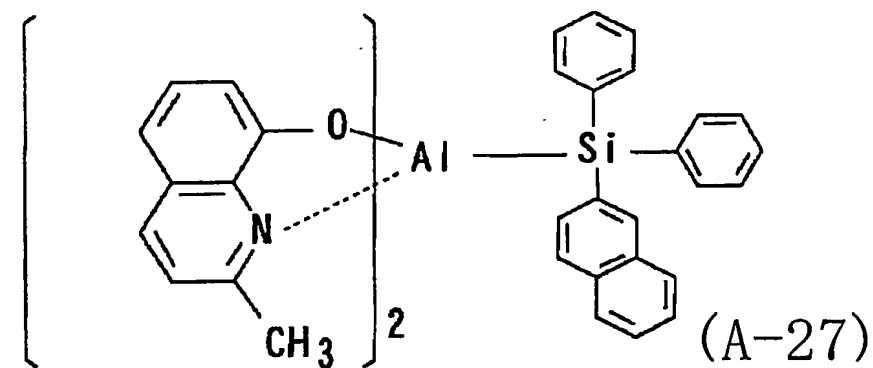
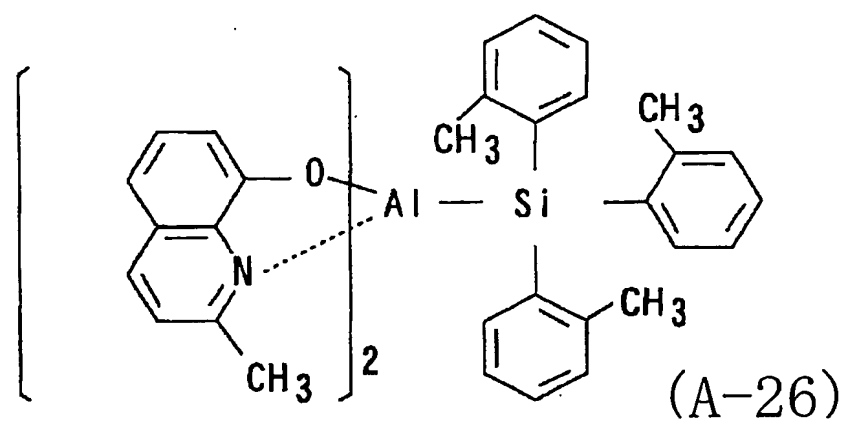
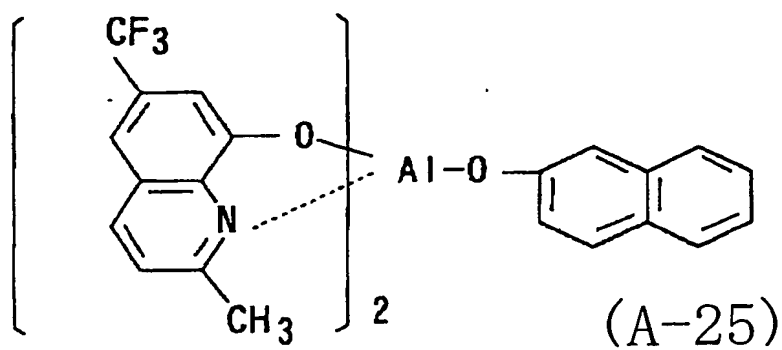


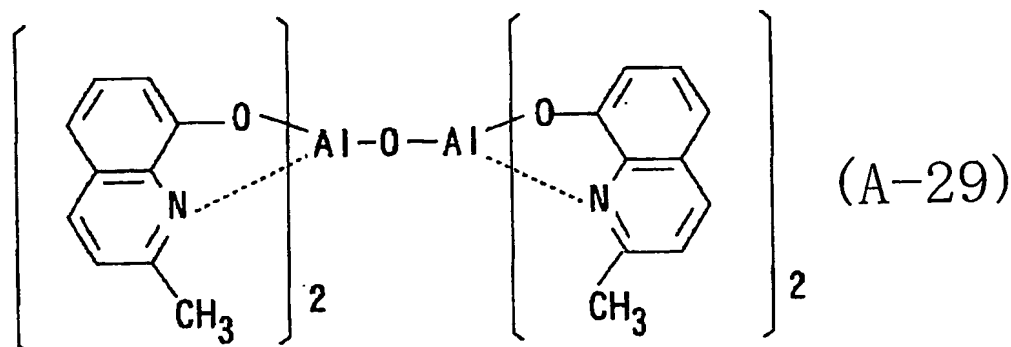








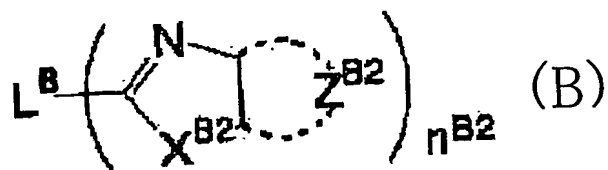




前記電子注入層の主成分である含窒素 5 員環誘導体における、含窒素 5 員環としては、イミダゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、チアジアゾール環、オキサトリアゾール環、チアトリアゾール環等が挙げられ、含窒素 5 員環誘導体としては、ベンゾイミダゾール環、ベンゾトリアゾール環、ピリジノイミダゾール環、ピリミジノイミダゾール環、ピリダジノイミダゾール環である。

また、好ましい含窒素 5 員環誘導体としては、下記一般式 (B) 又は (C) で表されるものである。

一般式 (B)



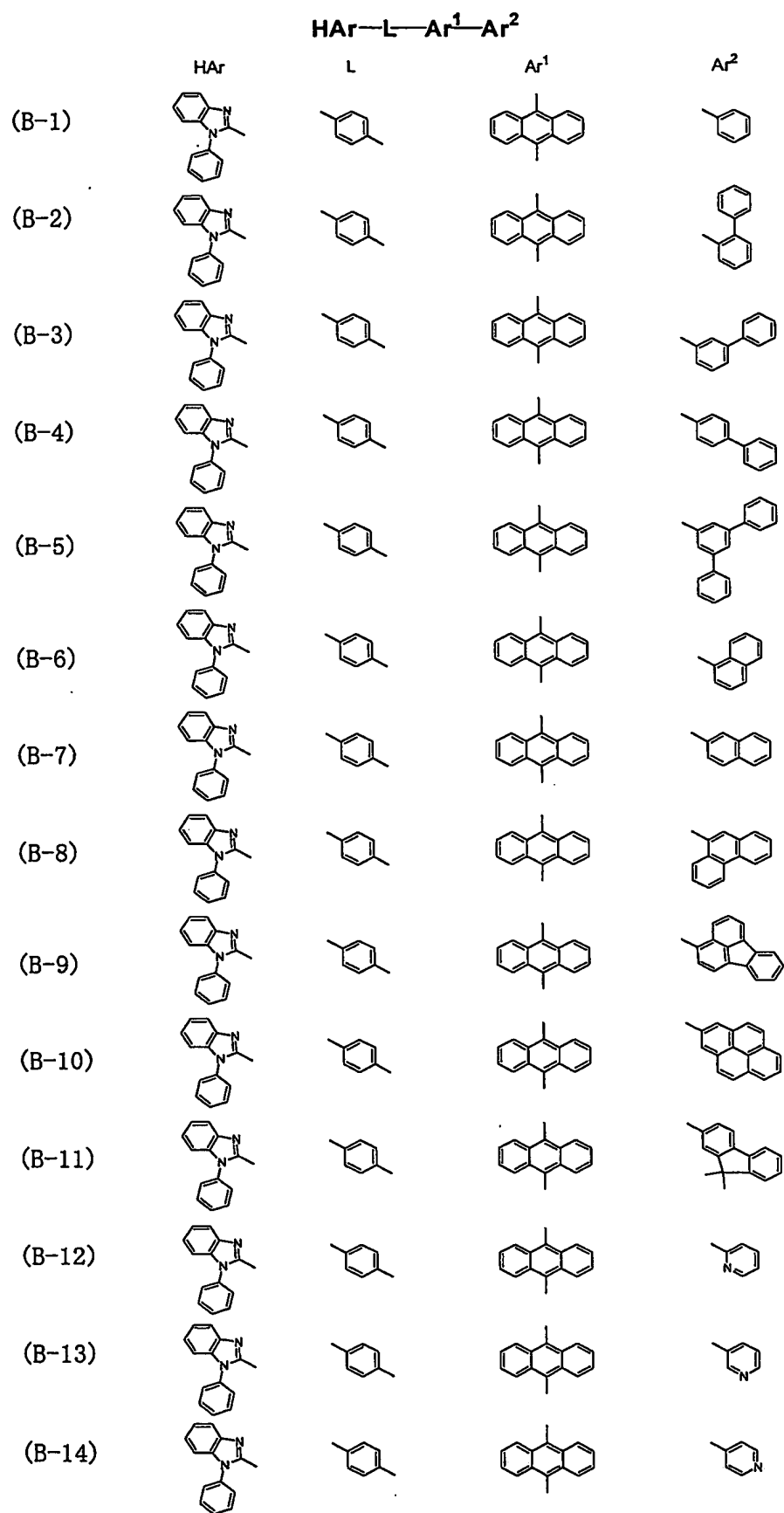
一般式 (B) 中、 L^B は一価又は二価以上の連結基を表し、例えば、炭素、ケイ素、窒素、ホウ素、酸素、硫黄、金属（例えば、バリウム、ベリリウム）、芳香族炭化水素環、芳香族複素環等が挙げられ、これらのうち炭素原子、窒素原子、ケイ素原子、ホウ素原子、酸素原子、硫黄原子、芳香族炭化水素基、芳香族複素基が好ましく、炭素原子、ケイ素原子、芳香族炭化水素基、芳香族複素基がさらに好ましい。

L^B の芳香族炭化水素基及び芳香族複素基は置換基を有していてもよく、置換

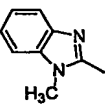

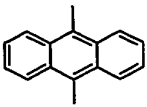
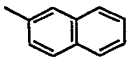
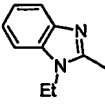

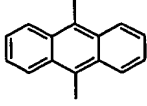
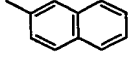
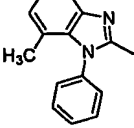

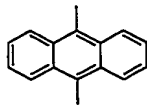
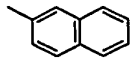
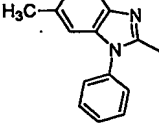

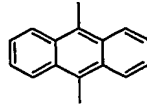
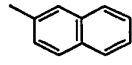
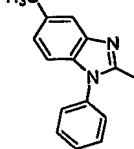

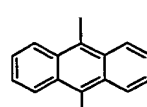
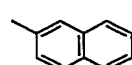
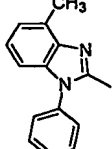

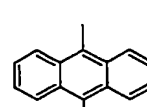
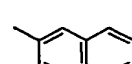
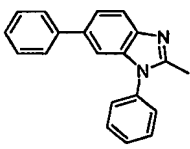

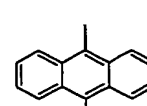
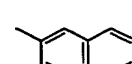
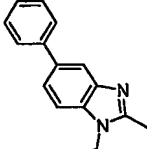

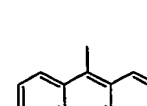
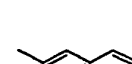
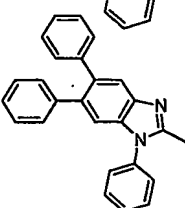

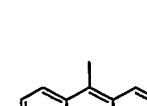

基として好ましくはアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アシルオキシ基、アシルアミノ基、アルコキシカルボニルアミノ基、アリールオキシカルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、スルホニル基、ハロゲン原子、シアノ基、芳香族複素環基であり、より好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、芳香族複素環基であり、さらに好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、芳香族複素環基であり、特に好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、芳香族複素環基である。

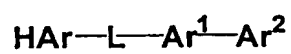
L^B の具体例としては、以下に示すものが挙げられる。

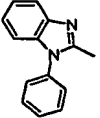

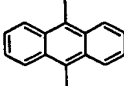
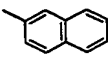
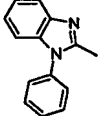

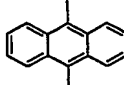
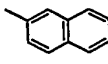
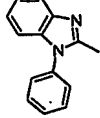

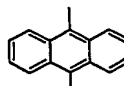
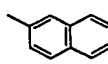
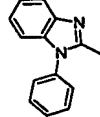

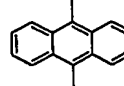
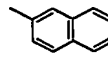
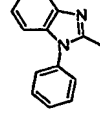

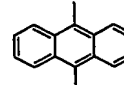
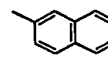
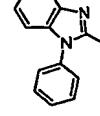

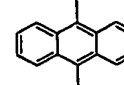
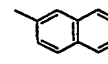
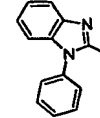
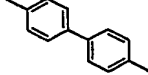
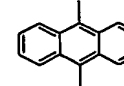
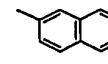
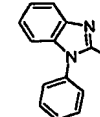
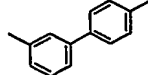
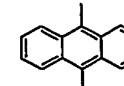
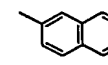
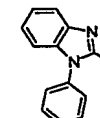
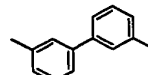
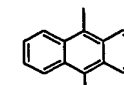
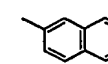
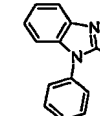

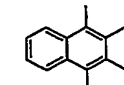
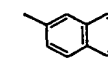
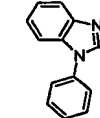
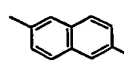
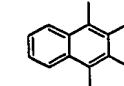
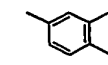
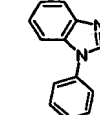
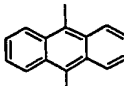
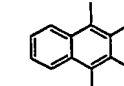
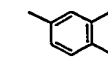
L^B が一価の場合、 L^B は $-L-Ar^1-Ar^2$ で表されると好ましく、その具体例としては以下に示すものが挙げられる。なお、下記例示において、一般式 (B) の () 内に含窒素 5 員環誘導体残基の部分は HAr と記載している。



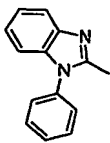

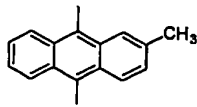
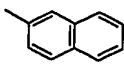
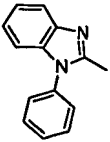

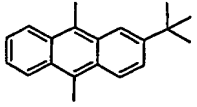
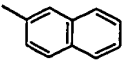
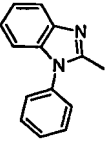

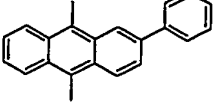
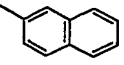
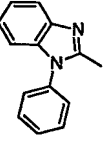

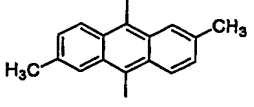
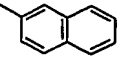
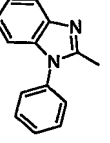

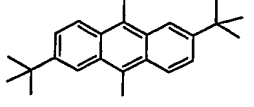
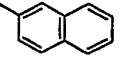
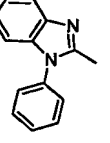

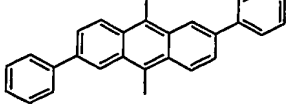
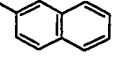


	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
(B-15)				
(B-16)				
(B-17)				
(B-18)				
(B-19)				
(B-20)				
(B-21)				
(B-22)				
(B-23)				

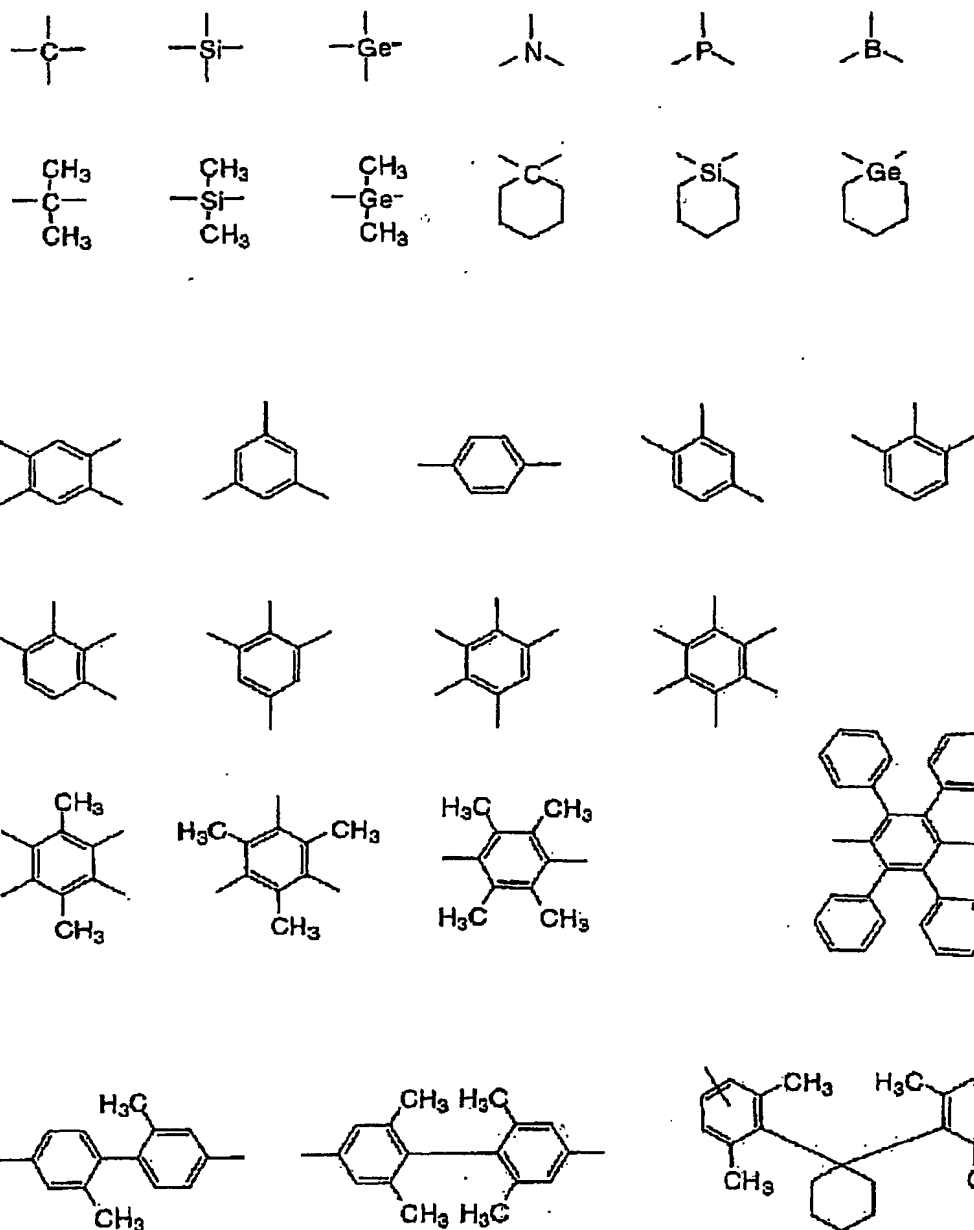


	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
(B-24)				
(B-25)				
(B-26)				
(B-27)				
(B-28)				
(B-29)				
(B-30)				
(B-31)				
(B-32)				
(B-33)				
(B-34)				
(B-35)				



	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
(B-36)				
(B-37)				
(B-38)				
(B-39)				
(B-40)				
(B-41)				

L^B が二価以上の場合、その具体例としては以下に示すものが挙げられる。



一般式 (B) における X^{B2} は、 $-S-$ 又は $=N-R^{B2}$ を表す。 R^{B2} は、水素原子、脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基又は複素環基を表す。

R^{B2} の脂肪族炭化水素基は、直鎖、分岐又は環状のアルキル基（好ましくは炭素数 1～20、より好ましくは炭素数 1～12、特に好ましくは炭素数 1～8 のアルキル基であり、例えば、メチル、エチル、*iso*-プロピル、*tert*-ブ

チル、*n*-オクチル、*n*-デシル、*n*-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシル等が挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~12、特に好ましくは炭素数2~8のアルケニル基であり、例えば、ビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニル等が挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~12、特に好ましくは炭素数2~8のアルキニル基であり、例えば、プロパルギル、3-ペンチニル等が挙げられる。)であり、アルキル基であると好ましい。

R^{B2}の芳香族炭化水素基は、単環又は縮合環であり、好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、さらに好ましくは炭素数6~12の芳香族炭化水素基であり、例えば、フェニル、2-メチルフェニル、3-メチルフェニル、4-メチルフェニル、2-メトキシフェニル、3-トリフルオロメチルフェニル、ペンタフルオロフェニル、1-ナフチル、2-ナフチル等が挙げられる。

R^{B2}の複素環基は、単環又は縮合環であり、好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~12、さらに好ましくは炭素数2~10の複素環基であり、好ましくは窒素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子の少なくとも一つを含む芳香族ヘテロ環基である。この複素環基の例としては、例えば、ピロリジン、ピペリジン、ピペラジン、モルフォリン、チオフェン、セレノフェン、フラン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、ピリジン、ピラジン、ピリダジン、ピリミジン、トリアゾール、トリアジン、インドール、インダゾール、プリン、チアゾリン、チアゾール、チアジアゾール、オキサゾリン、オキサゾール、オキサジアゾール、キノリン、イソキノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、プテリジン、アクリジン、フェナントロリン、フェナジン、テトラゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、ベンゾトリアゾール、テトラザインデン、カルバゾール、アゼピン等が挙げられ、好ましくは、フラン、チオフェン、ピリジン、ピラジン、ピリミジン

、ピリダジン、トリアジン、キノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリンであり、より好ましくはフラン、チオフェン、ピリジン、キノリンであり、さらに好ましくはキノリンである。

R^{B2} で表される脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基及び複素環基は置換基を有していてもよく、置換基としては前記 L^B で表される基の置換基として挙げたものと同様であり、また好ましい置換基も同様である。

R^{B2} として好ましくは脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基又は複素環基であり、より好ましくは脂肪族炭化水素基（好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、さらに好ましくは炭素数6～12のもの）又は芳香族炭化水素基であり、さらに好ましくは脂肪族炭化水素基（好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～12、さらに好ましくは炭素数2～10のもの）である。

X^{B2} として好ましくは $=N-R^{B2}$ である。

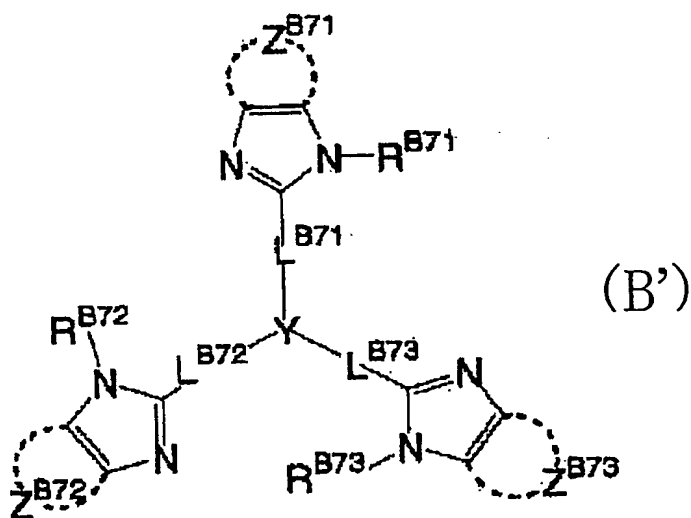
Z^{B2} は、芳香族環を形成するために必要な原子群を表す。 Z^{B2} で形成される芳香族環は芳香族炭化水素環、芳香族複素環のいずれでもよく、具体例としては、例えば、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環、ピロール環、フラン環、チオフェン環、セレノフェン環、テルロフェン環、イミダゾール環、チアゾール環、セレナゾール環、テルラゾール環、チアジアゾール環、オキサジアゾール環、ピラゾール環などが挙げられ、好ましくはベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環であり、より好ましくはベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環であり、さらに好ましくはベンゼン環、ピリジン環であり、特に好ましくはピリジン環である。

Z^{B2} で形成される芳香族環は、さらに他の環と縮合環を形成してもよく、置換基を有していてもよい。置換基としては前記 L^B で表される基の置換基として挙げたものと同様であり、好ましくはアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アシル基、アルコキ

シカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アシルオキシ基、アシルアミノ基、アルコキシカルボニルアミノ基、アリールオキシカルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、スルホニル基、ハロゲン原子、シアノ基、複素環基であり、より好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、複素環基であり、さらに好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、芳香族複素環基であり、特に好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、芳香族複素環基である。

n^{B2} は、1～4の整数であり、1～3であると好ましい。

前記一般式(B)で表される含窒素5員環誘導体のうち、さらに好ましくは下記一般式(B')で表されるものが好ましい。



一般式(B')中、 R^{B71} 、 R^{B72} 及び R^{B73} は、それぞれ一般式(B)における R^{B2} と同様であり、また好ましい範囲も同様である。

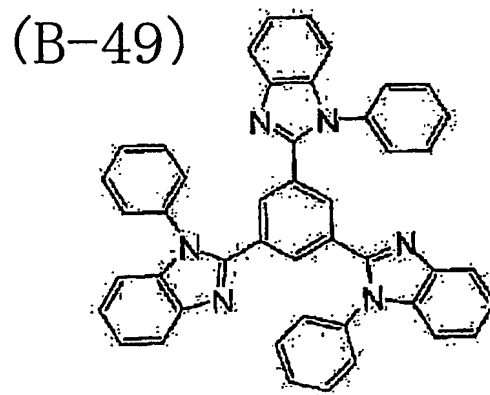
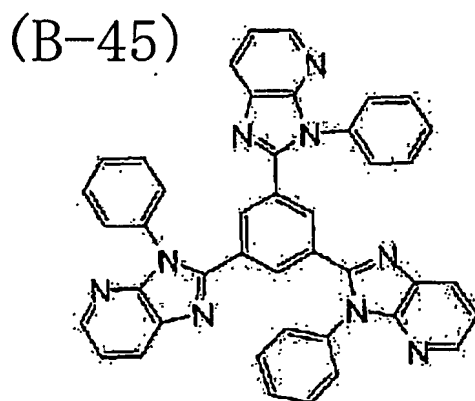
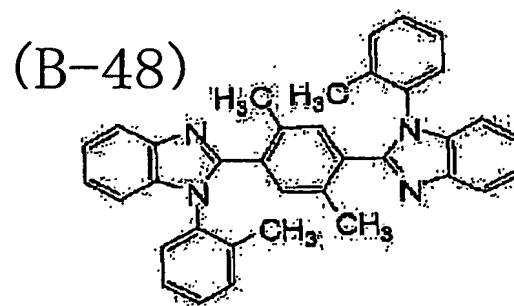
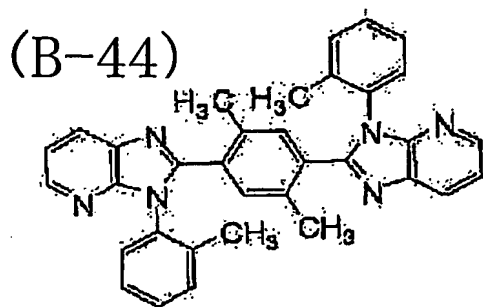
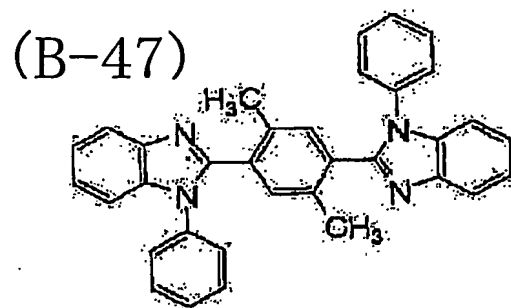
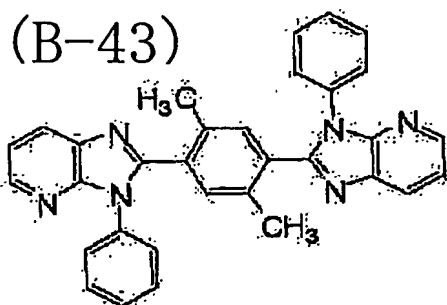
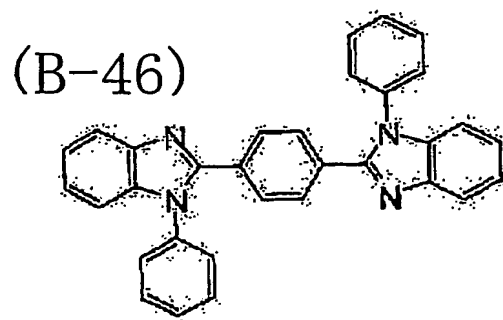
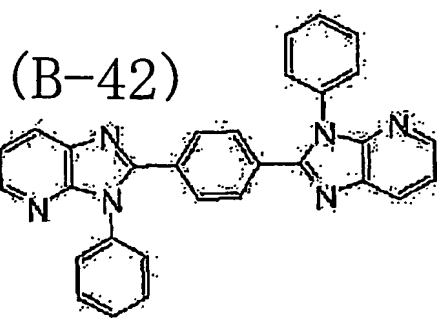
Z^{B71} 、 Z^{B72} 及び Z^{B73} は、それぞれ一般式(B)における Z^{B2} と同様であり、また好ましい範囲も同様である。

L^{B71} 、 L^{B72} 及び L^{B73} は、それぞれ連結基を表し、一般式(B)における L^B の例を二価としたものが挙げられ、好ましくは、単結合、二価の芳香族炭化

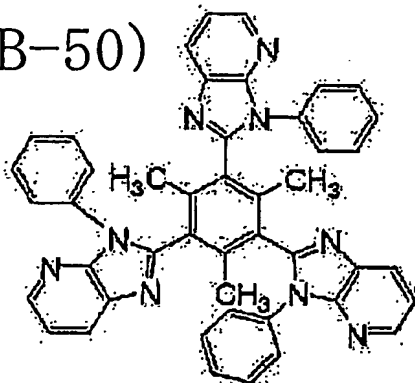
水素環基、二価の芳香族複素環基、及びこれらの組み合わせからなる連結基であり、より好ましくは単結合である。 $L^{B'1}$ 、 $L^{B'2}$ 及び $L^{B'3}$ は置換基を有していてもよく、置換基としては前記一般式 (B) における L^B で表される基の置換基として挙げたものと同様であり、また好ましい置換基も同様である。

Yは、窒素原子、1, 3, 5-ベンゼントリイル基又は2, 4, 6-トリアジントリイル基を表す。1, 3, 5-ベンゼントリイル基は2, 4, 6-位に置換基を有していてもよく、置換基としては、例えば、アルキル基、芳香族炭化水素環基、ハロゲン原子などが挙げられる。

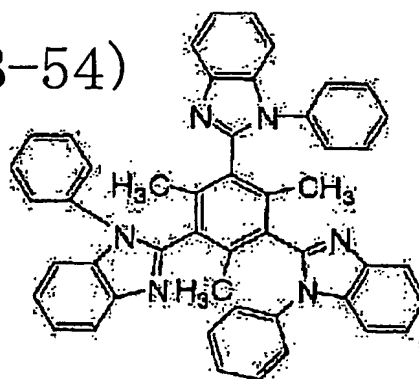
一般式 (B) (L^B が二価以上の場合) 又は (B') で表される含窒素5員環誘導体の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。



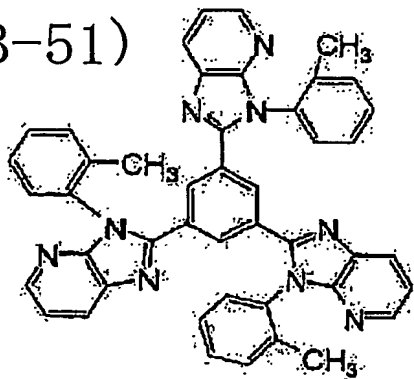
(B-50)



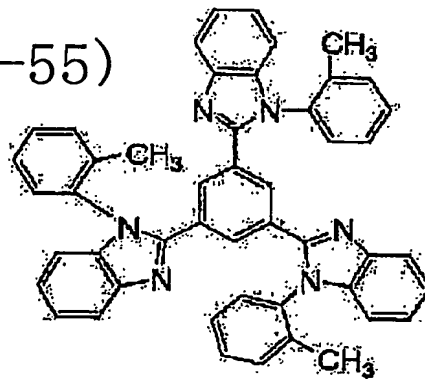
(B-54)



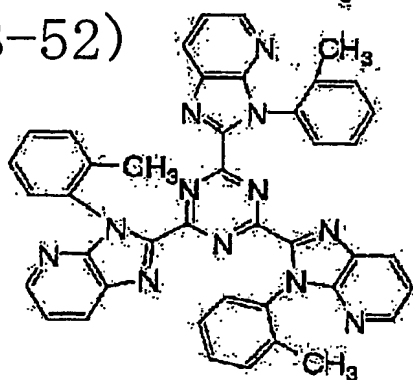
(B-51)



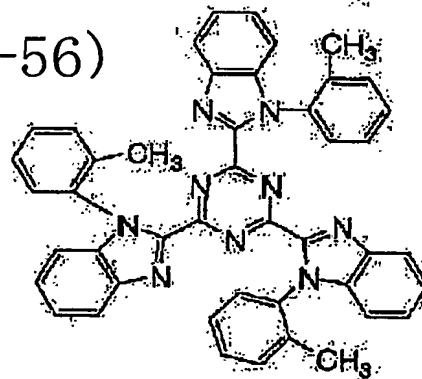
(B-55)



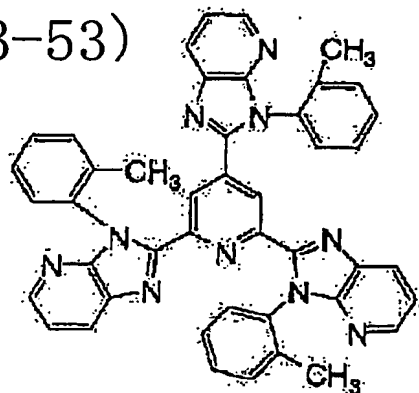
(B-52)



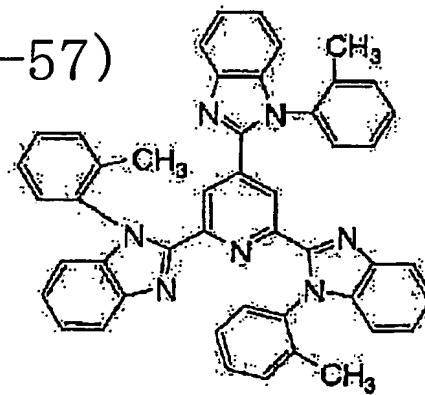
(B-56)



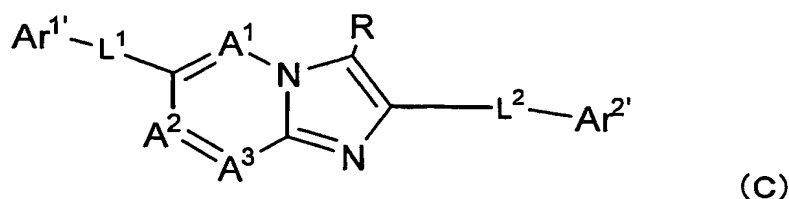
(B-53)



(B-57)



一般式 (C)



一般式 (C) において、 $A^1 \sim A^3$ は、それぞれ独立に、窒素原子又は炭素原子である。

一般式 (C) において、 $Ar^{1'}$ は、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 60 の（好ましくは核炭素数 6 ～ 40）アリール基、又は置換もしくは無置換の核炭素数 3 ～ 60（好ましくは核炭素数 3 ～ 40）のヘテロアリール基である。

$Ar^{1'}$ の置換もしくは無置換のアリール基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-クリセニル基、2-クリセニル基、6-クリセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-tert-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4''-tert-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、フルオランテニル基、フルオレニル基、スピロビフルオレンからなる1価の基、パーフルオロフェニル基、パーフルオロナフチル基、パーフルオロアン

トリル基、パーフルオロビフェニル基、9-フェニルアントラセンからなる1価の基、9-(1'-ナフチル)アントラセンからなる1価の基、9-(2'-ナフチル)アントラセンからなる1価の基、6-フェニルクリセンからなる1価の基、9-[4-(ジフェニルアミノ)フェニル]アントラセンからなる1価の基等が挙げられ、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、ターフェニル基、9-(10-フェニル)アントリル基、9-[10-(1'-ナフチル)]アントリル基、9-[10-(2'-ナフチル)]アントリル基等が好ましい。

Ar^{1'}の置換もしくは無置換のヘテロアリール基の例としては、ピローリル基、フリル基、チエニル基、シローリル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフリル基、イミダゾリル基、ピリミジル基、カルバゾリル基、セレノフェニル基、オキサジアゾリル基、トリアゾーリル基等が挙げられ、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基が好ましい。

一般式(C)において、Ar^{2'}は、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6~60(好ましくは核炭素数6~40)のアリール基、置換もしくは無置換の核炭素数3~60(好ましくは核炭素数3~40)のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1~20(好ましくは炭素数1~6)のアルキル基、又は置換もしくは無置換の炭素数1~20(好ましくは炭素数1~6)のアルコキシ基である。

Ar^{2'}の置換もしくは無置換のアリール基の例としては、前記Ar^{1'}と同様のものが挙げられる。

Ar^{2'}の置換もしくは無置換のヘテロアリール基の例としては、前記Ar^{1'}と同様のものが挙げられる。

Ar^{2'}の置換もしくは無置換のアルキル基の例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基

、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシーターブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロターブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモターブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨードターブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノターブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノターブチル基、1, 2, 3-トリアシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロターブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基、1-ノルボルニル基、2-ノルボルニル基等が挙げられ、メチル基、エチル基、ターブチル基が好ましい。

Ar^{2'}の置換もしくは無置換のアルコキシ基は-OYで表される基であり、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、ターブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシ

ル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられ、メチル基、エチル基、*tert*-ブチル基が好ましい。

ただし、一般式 (C) において、 $Ar^{1'}$ 及び $Ar^{2'}$ のいずれか一方は、置換もしくは無置換の核炭素数 10~60 の縮合環基、又は置換もしくは無置換の核炭素数 3~60 のモノヘテロ縮合環基である。

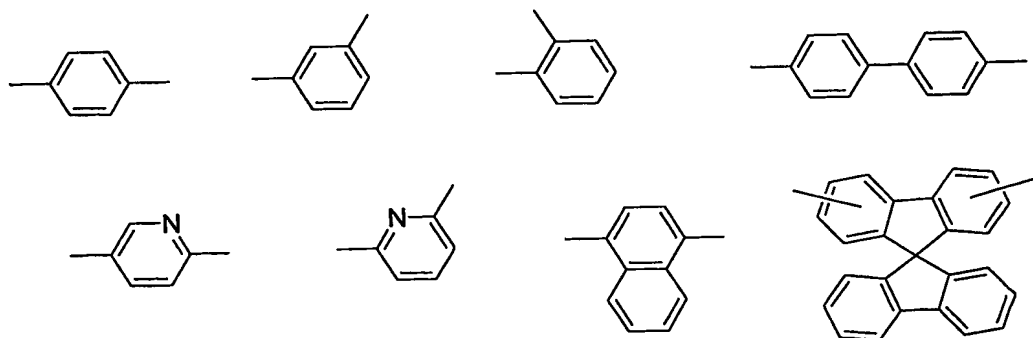
一般式 (C) の L^1 及び L^2 は、それぞれ独立に、単結合、置換もしくは無置

換の核炭素数 6 ～ 60（好ましくは核炭素数 6 ～ 40）のアリーレン基、置換もしくは無置換の核炭素数 3 ～ 60（好ましくは核炭素数 3 ～ 40）のヘテロアリーレン基、又は置換もしくは無置換のフルオレニレン基である。

L^1 及び L^2 の置換もしくは無置換のアリーレン基の例としては、前記 $Ar^{1'}$ と同様のアリール基からさらに水素原子を除き 2 価の基としたものが挙げられる。

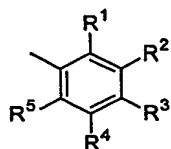
L^1 及び L^2 の置換もしくは無置換のヘテロアリーレン基の例としては、前記 $Ar^{1'}$ と同様のヘテロアリール基からさらに水素原子を除き 2 価の基としたものが挙げられる。

また、一般式 (C) において、 L^1 及び/又は L^2 が、

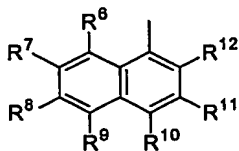


からなる群から選ばれる基であると好ましい。これは、下記一般式 (2) ～ (3) についても同様である。

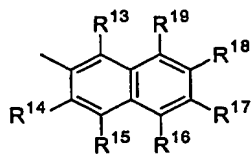
さらに、一般式 (C) において、前記 $Ar^{1'}$ が、下記一般式 (4) ～ (13) で表される基であると好ましい。



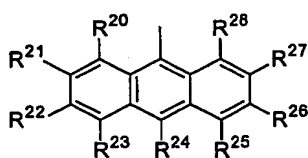
(4)



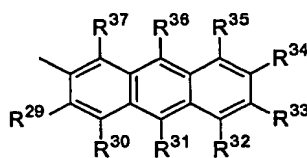
(5)



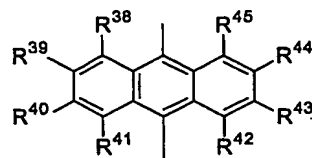
(6)



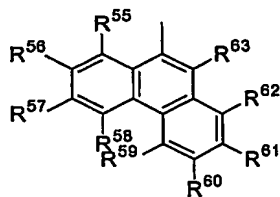
(7)



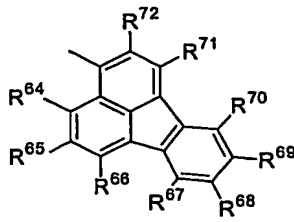
(8)



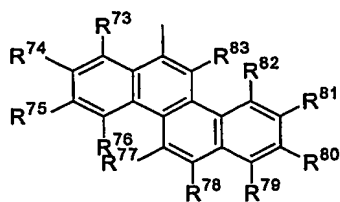
(9)



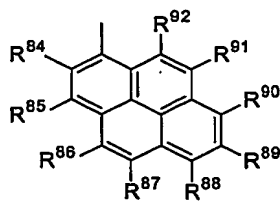
(10)



(11)



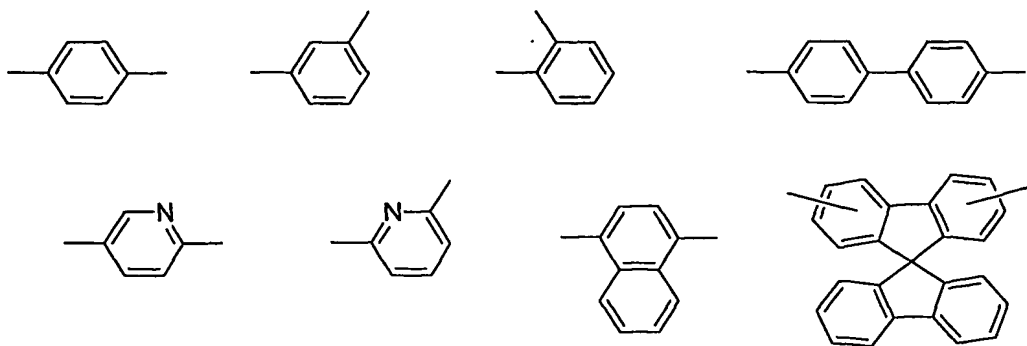
(12)



(13)

(式中、式中、 $R^1 \sim R^{92}$ は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換もしくは無置換の核炭素数6～40のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核炭素数12～80のジアリールアミノ基、置換もしくは無置換の核炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の核炭素

数3～40のヘテロアリール基、又は置換もしくは無置換の核炭素数18～120のジアリールアミノアリール基、 L^3 が、単結合及び



からなる群から選ばれる基である。)

一般式(C)のRは、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6～60のアリール基、置換もしくは無置換の核炭素数3～60のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルキル基、又は置換もしくは無置換の炭素数1～20のアルコキシ基である。

Rの置換もしくは無置換のアリール基の例としては、前記Ar^{1'}と同様のものが挙げられる。

Rの置換もしくは無置換のヘテロアリール基の例としては、前記Ar^{1'}と同様のものが挙げられる。

Rの置換もしくは無置換のアルキル基の例としては、前記Ar^{2'}と同様のものが挙げられる。

Rの置換もしくは無置換のアルコキシ基の例としては、前記Ar^{2'}と同様のものが挙げられる。

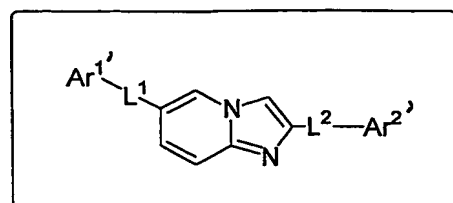
また、nは0～5の整数であり、0～3であると好ましく、nが2以上の場合、複数のRは同一でも異なってもよく、また、隣接する複数のR基同士で結合して、炭素環式脂肪族環又は炭素環式芳香族環を形成していてもよい。

炭素環式脂肪族環としては、シクロペンタン、シクロヘキサン等の環が挙げら

れる。



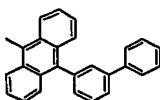

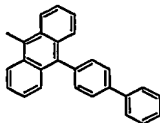

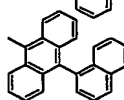

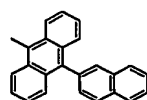



炭素環式芳香族環としては、ベンゼン、ナフタレン、フェナントレン、アントラセン等の環が挙げられる。



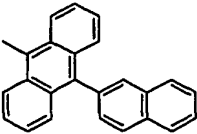


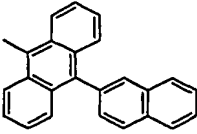
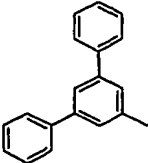

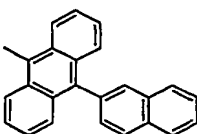


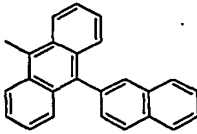
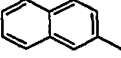

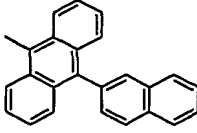
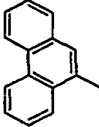

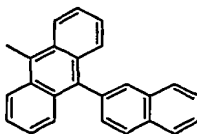
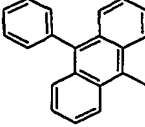

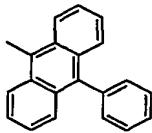
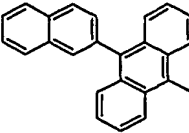

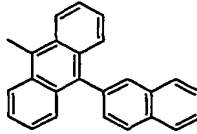
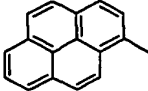

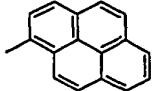
一般式（C）で表される含窒素 5 員環誘導体は、下記基本骨格を有すると好ましく、具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

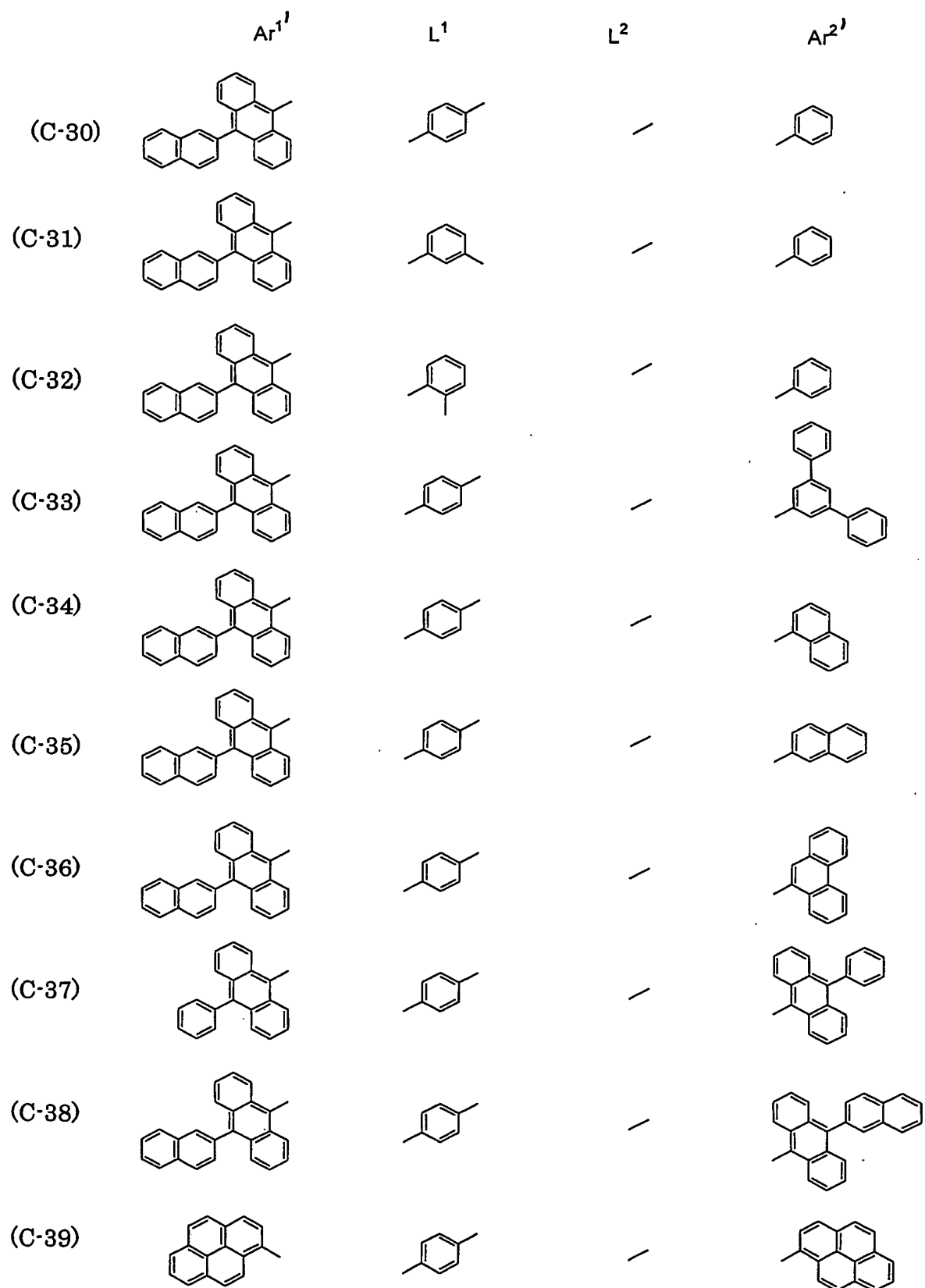


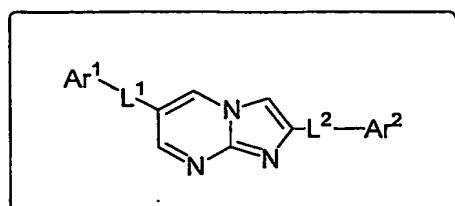
(基礎骨格)

	Ar ^{1'}	L ¹	L ²	Ar ^{2'}
(C-1)				
(C-2)				
(C-3)				
(C-4)				
(C-5)				
(C-6)				
(C-7)				
(C-8)				

	Ar ¹	L ¹	L ²	Ar ²
(C-9)				
(C-10)				
(C-11)				
(C-12)				
(C-13)				
(C-14)				
(C-15)				
(C-16)				
(C-17)				
(C-18)				
(C-19)				
(C-20)				

	Ar^1	L^1	L^2	Ar^2
(C-21)		/		
(C-22)		/		
(C-23)		/		
(C-24)		/		
(C-25)		/		
(C-26)		/		
(C-27)		/		
(C-28)		/		
(C-29)		/		





(基礎骨格)

	Ar^1	L^1	L^2	Ar^2
(C-40)				
(C-41)				
(C-42)				
(C-43)				
(C-44)				
(C-45)				
(C-46)				
(C-47)				

前記電子注入層の主成分である非縮合含窒素 6 員環誘導体の非縮合含窒素 6 員環としては、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、トリアジン等が挙げられ、ピリジン、ピリミジンが好ましい。また、非縮合含窒素 6 員環誘導体としては、トリフェニルピリジン、トリフェニルピラジン、トリフェニルピリミジン、トリフェニルトリアジン及びこれらの 2 量体もしくは 3 量体等が挙げられ、好ましくはトリフェニルピリジン又はトリフェニルピリミジンの 2 量体であり、さらに好ましくはトリフェニルピリミジンの 2 量体である。

また、この非縮合含窒素 6 員環誘導体は置換基を有していてもよく、置換基として好ましくはアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アシルオキシ基、アシルアミノ基、アルコキシカルボニルアミノ基、アリールオキシカルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、スルホニル基、ハロゲン原子、シアノ基、芳香族複素環基であり、より好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、芳香族複素環基であり、さらに好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、芳香族複素環基であり、特に好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、芳香族複素環基である。

前記電子注入層の主成分である一つの炭素環を縮合した縮合含窒素 6 員環誘導体の縮合含窒素 6 員環としては、キノキサリン、キノリン、イソキノリン、ベンゾピリミジン等が挙げられ、キノリン、ベンゾピリミジンが好ましい。また、一つの炭素環を縮合した縮合含窒素 6 員環誘導体としては、トリフェニルキノキサリン、トリフェニルキノリン、トリフェニルベンゾピリミジン及びこれらの 2 量体もしくは 3 量体等が挙げられ、好ましくはトリフェニルキノリン又はトリフェニルベンゾピリミジンの 2 量体であり、さらに好ましくはトリフェニルベンゾピリミジンの 2 量体である。

また、この一つの炭素環を縮合した縮合含窒素 6 員環誘導体は置換基を有していてもよく、置換基として好ましくはアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アシルオキシ基、アシルアミノ基、アルコキシカルボニルアミノ基、アリールオキシカルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、スルホニル基、ハロゲン原子、シアノ基、芳香族複素環基であり、より好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、芳香族複素環基であり、さらに好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、芳香族複素環基であり、特に好ましくはアルキル基、アリール基、アルコキシ基、芳香族複素環基である。

本発明における電子注入層は、含窒素環の金属キレート錯体、含窒素 5 員環誘導体、非縮合含窒素 6 員環誘導体、及び一つの炭素環を縮合した縮合含窒素 6 員環誘導体から選ばれる少なくとも一種類を主成分として含有することに加え、アルカリ金属、アルカリ金属錯体、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属錯体、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、希土類金属錯体、及び希土類金属化合物から選ばれた少なくとも一種類を還元性ドーパントとして含有することが必須である。前記アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物、及び希土類金属化合物としては、それぞれの酸化物やハロゲン化物が挙げられる。ここで、本発明で用いる還元性ドーパントは電子注入層と陰極の界面領域に添加され電子注入効率を上昇させる化合物と定義される。還元性ドーパントは前記界面領域に添加されると好ましく、界面領域に含有される有機層の少なくとも一部を還元しアニオン化する。

前記アルカリ金属としては、Na（仕事関数：2.36 eV）、K（仕事関数：2.28 eV）、Rb（仕事関数：2.16 eV）、Cs（仕事関数：1.9

5 eV) 等が挙げられ、仕事関数が 2.9 eV 以下のものが特に好ましい。これらのうち好ましくは K、Rb、Cs、さらに好ましくは Rb 又は Cs であり、最も好ましくは Cs である。

前記アルカリ土類金属としては、Ca (仕事関数: 2.9 eV)、Sr (仕事関数: 2.0 ~ 2.5 eV)、Ba (仕事関数: 2.52 eV) 等が挙げられ、仕事関数が 2.9 eV 以下のものが特に好ましい。

前記、希土類金属としては、Sc、Y、Ce、Tb、Yb 等が挙げられ、仕事関数が 2.9 eV 以下のものが特に好ましい。

以上の金属のうち好ましい金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機 EL 素子における発光輝度の向上や長寿命化が可能である。

前記アルカリ金属化合物としては、 Li_2O 、 Cs_2O 、 K_2O 等のアルカリ酸化物、 LiF 、 NaF 、 CsF 、 KF 等のアルカリハロゲン化物等が挙げられ、 LiF 、 Li_2O 、 NaF のアルカリ酸化物又はアルカリフッ化物が好ましい。

前記アルカリ土類金属化合物としては、 BaO 、 SrO 、 CaO 及びこれらを混合した $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{O}$ ($0 < x < 1$) や、 $\text{Ba}_x\text{Ca}_{1-x}\text{O}$ ($0 < x < 1$) 等が挙げられ、 BaO 、 SrO 、 CaO が好ましい。

前記希土類金属化合物としては、 YbF_3 、 ScF_3 、 ScO_3 、 Y_2O_3 、 Ce_2O_3 、 GdF_3 、 TbF_3 等が挙げられ、 YbF_3 、 ScF_3 、 TbF_3 が好ましい。

前記アルカリ金属錯体、アルカリ土類金属錯体、希土類金属錯体としては、それぞれ金属イオンとしてアルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオン、希土類金属イオンの少なくとも一つ含有するものであれば特に限定はない。また、配位子にはキノリノール、ベンゾキノリノール、アクリジノール、フェナントリジノール、ヒドロキシフェニルオキサゾール、ヒドロキシフェニルチアゾール、ヒド

ロキシジアリールオキサジアゾール、ヒドロキシジアリールチアジアゾール、ヒドロキシフェニルピリジン、ヒドロキシフェニルベンゾイミダゾール、ヒドロキシベンゾトリアゾール、ヒドロキシフルボラン、ビピリジル、フェナントロリン、フタロシアニン、ポルフィリン、シクロペンタジエン、 β -ジケトン類、アゾメチン類、及びそれらの誘導体などが好ましいが、これらに限定されるものではない。

還元性ドーパントの添加形態としては、前記界面領域に層状又は島状に形成すると好ましい。形成方法としては、抵抗加熱蒸着法により還元性ドーパントを蒸着しながら、界面領域を形成する発光材料や電子注入材料である有機物を同時に蒸着させ、有機物中に還元ドーパントを分散する方法が好ましい。分散濃度としてはモル比で有機物：還元性ドーパント＝100：1～1：100、好ましくは5：1～1：5である。

還元性ドーパントを層状に形成する場合は、界面の有機層である発光材料や電子注入材料を層状に形成した後に、還元ドーパントを単独で抵抗加熱蒸着法により蒸着し、好ましくは層の厚み0.1～15 nmで形成する。

還元性ドーパントを島状に形成する場合は、界面の有機層である発光材料や電子注入材料を島状に形成した後に、還元ドーパントを単独で抵抗加熱蒸着法により蒸着し、好ましくは島の厚み0.05～1 nmで形成する。

また、本発明の有機EL素子の電子注入層における、主成分と還元性ドーパントの割合としては、モル比で主成分：還元性ドーパント＝5：1～1：5であると好ましく、2：1～1：2であるとさらに好ましい。

本発明の有機EL素子の代表的な素子構成としては、陽極／発光層／電子注入層／陰極、陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極、陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極、陽極／絶縁層／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極等の構造が挙げられる。

本発明の有機EL素子における発光層は、ホスト材料と蛍光性の金属錯体から

なると好ましい。隣光性の金属錯体としては隣光量子収率が高く、発光素子の外部量子効率をより向上させることができる点で、イリジウム錯体、オスミウム錯体、白金錯体が好ましく、イリジウム錯体、白金錯体がより好ましく、イリジウム錯体が最も好ましい。

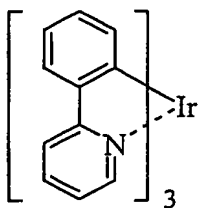
また、これら錯体の形態としてはオルトメタル化金属錯体が好ましい。オルトメタル化金属錯体とは、例えば「有機金属化学—基礎と応用—」p 150, 232 裳華房社 山本明夫著 1982年発行、「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」p71-p77, p135-p146 Springer-Verlag 社 H. Yersin著 1987年発行等に記載されている化合物群の総称である。前記金属錯体の中心金属としては、遷移金属であればいずれも使用可能であるが、本発明では、中でもロジウム、白金、金、イリジウム、ルテニウム、パラジウム等を好ましく用いることができ、より好ましいものはイリジウムである。

オルトメタル化金属錯体の金属の価数は特に限定しないが、イリジウムを用いる場合には3価が好ましい。オルトメタル化金属錯体の配位子は、オルトメタル化金属錯体を形成しうるものであれば特に限定されない。例えば、アリール基置換含窒素芳香族ヘテロ環誘導体（アリール基の置換位置は含窒素芳香族ヘテロ環窒素原子の隣接炭素上であり、アリール基としては例えばフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、ピレニル基などが挙げられ、含窒素芳香族ヘテロ環としては、例えば、ピリジン、ピリミジン、ピラジン、ピリダジン、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、フタラジン、キナゾリン、ナフチリジン、シンノリン、ペリミジン、フェナントロリン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、チアジアゾール、ベンズイミダゾール、ベンズオキサゾール、ベンズチアゾール、フェナントリジンなどが挙げられる）、ヘテロアリール基置換含窒素芳香族ヘテロ環誘導体（ヘテロアリール基の置換位置は含窒素芳香族ヘテロ環窒素原子の隣接炭素上であり、ヘテロアリール基としては例えば前記の含窒素芳香族ヘテロ環誘導体を含有する基、チオフェ

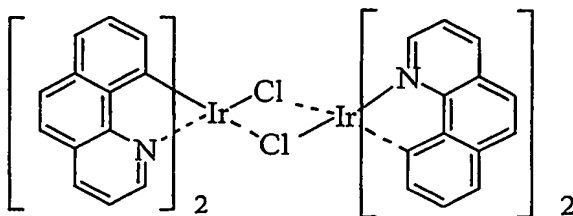
ニル基、フリル基などが挙げられる)、7, 8-ベンゾキノリン誘導体、ホスフィノアリール誘導体、ホスフィノヘテロアリール誘導体、ホスフィノキシアリール誘導体、ホスフィノキシヘテロアリール誘導体、アミノメチルアリール誘導体、アミノメチルヘテロアリール誘導体等が挙げられる。このうちアリール基置換含窒素芳香族ヘテロ環誘導体、ヘテロアリール基置換含窒素芳香族ヘテロ環誘導体、7, 8-ベンゾキノリン誘導体が好ましく、フェニルピリジン誘導体、チオフェニルピリジン誘導体、7, 8-ベンゾキノリン誘導体がより好ましく、チオフェニルピリジン誘導体、7, 8-ベンゾキノリン誘導体がさらに好ましい。

オルトメタル化金属錯体の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

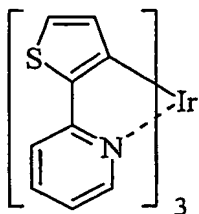
(1-1)



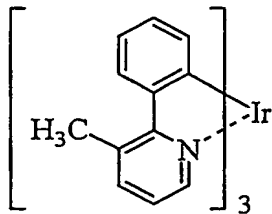
(1-2)



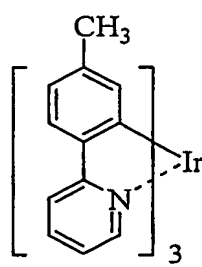
(1-3)



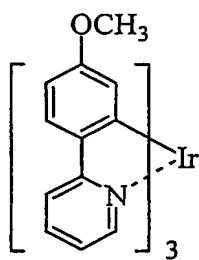
(1-4)



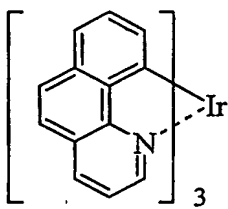
(1-5)



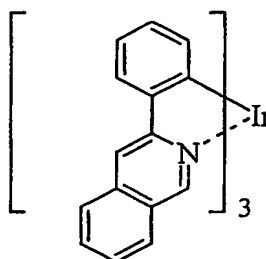
(1-6)



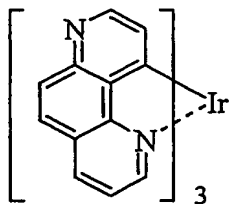
(1-7)



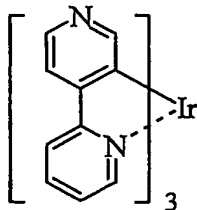
(1-8)



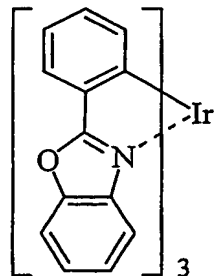
(1-9)



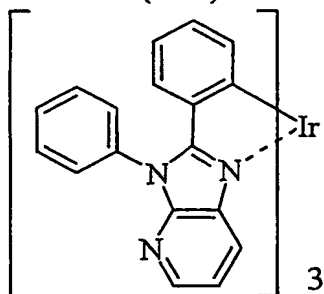
(1-10)



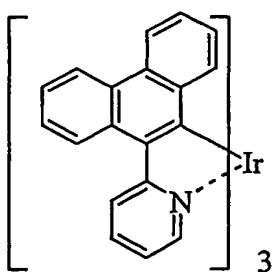
(1-11)



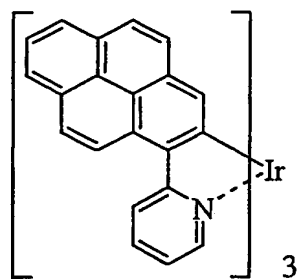
(1-12)



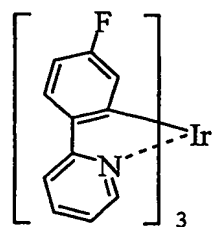
(1-13)



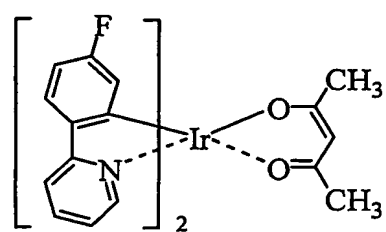
(1-14)



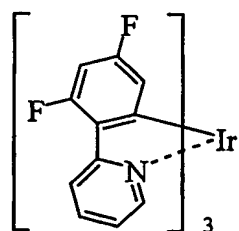
(K-1)



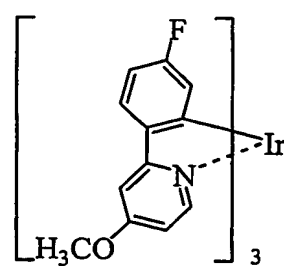
(K-2)



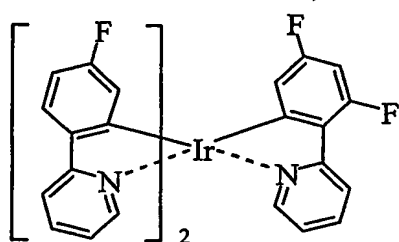
(K-3)



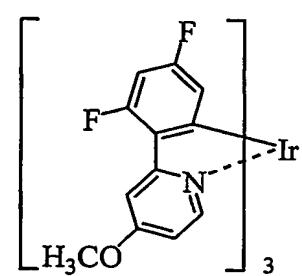
(K-4)



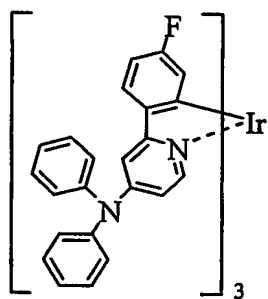
(K-5)



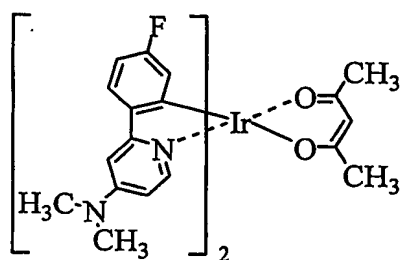
(K-6)



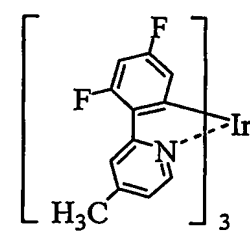
(K-7)



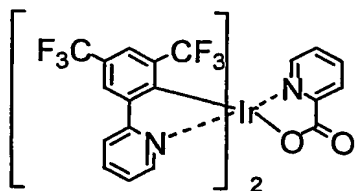
(K-8)



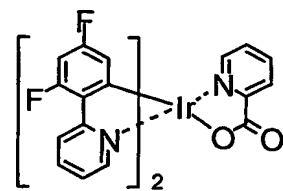
(K-9)



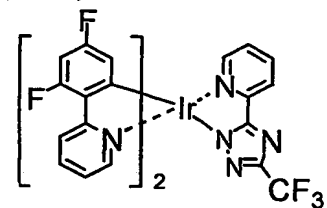
(K-10)



(K-11)



(K-12)



本発明の有機EL素子における電子注入層については、詳細に上述した通りである。

また、本発明の有機EL素子は、陰極と有機薄膜層の間に絶縁体や半導体で構成される電子輸送層をさらに設けてもよい。この電子輸送層は、電流のリークを有効に防止して、電子注入性を向上させることができる。

このような絶縁体としては、アルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物からなる群から選択される少なくとも一つの金属化合物を使用するのが好ましい。電子輸送層がこれらのアルカリ金属カルコゲナイド等で構成されていれば、電子注入性をさらに向上させることができる点で好ましい。具体的に、好ましいアルカリ金属カルコゲナイドとしては、例えば、 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se 、 NaO 等が挙げられ、好ましいアルカリ土類金属カルコゲナイドとしては、例えば、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 、 CaSe が挙げられる。また、好ましいアルカリ金属のハロゲン化物としては、例えば、 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl 、 NaCl 等が挙げられる。また、好ましいアルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 、 BeF_2 等のフッ化物や、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

電子輸送層を構成する半導体としては、 Ba 、 Ca 、 Sr 、 Yb 、 Al 、 Ga 、 In 、 Li 、 Na 、 Cd 、 Mg 、 Si 、 Ta 、 Sb 及び Zn の少なくとも一つの元素を含む酸化物、窒化物又は酸化窒化物等の一種単独又は二種以上の組み合わせが挙げられる。また、電子輸送層を構成する無機化合物が、微結晶又は非晶質の絶縁性薄膜であることが好ましい。電子輸送層がこれらの絶縁性薄膜で構成されていれば、より均質な薄膜が形成されるために、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができる。なお、このような無機化合物としては、上述したアルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属

のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物等が挙げられる。

正孔注入・輸送層は、発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常 5.5 eV 以下と小さい。このような正孔注入・輸送層としてはより低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に、少なくとも $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$ であるものが好ましい。

さらに、有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層又は発光層に注入する役割を担うものであり、 4.5 eV 以上の仕事関数を有すると効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金 (ITO)、酸化錫 (NESA)、金、銀、白金、銅等が挙げられる。また、陰極としては、電子輸送層又は発光層に電子を注入するために、仕事関数の小さい材料が好ましい。陰極の材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金等が挙げられる。

本発明の有機EL素子における各層の形成方法は特に限定されず、従来公知の真空蒸着法、スパインコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法 (MBE法) あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スパインコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

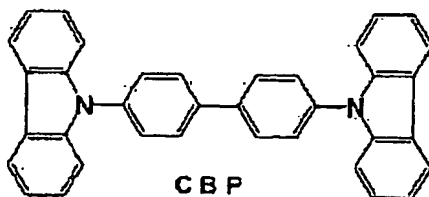
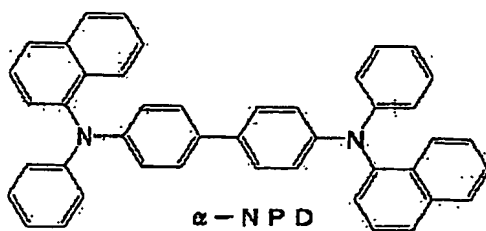
本発明の有機EL素子における各有機薄膜層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数 nm から $1 \mu\text{m}$ の範囲が好ましい。

次に、実施例を用いて本発明をさらに詳しく説明する。

実施例 1

25 mm×75 mm×1.1 mm厚のITO透明電極付きガラス基板（ジオマテック社製）をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。洗浄後の透明電極付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極が形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚10 nmの銅フタロシアニン膜（以下「CuPc膜」と略記する。）を成膜した。このCuPc膜は、正孔注入層として機能する。CuPc膜の成膜に続けて、この膜上に膜厚30 nmで下記4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル膜（以下「 α -NPD膜」と略記する。）を成膜した。この α -NPD膜は正孔輸送層として機能する。さらに、 α -NPD膜上に膜厚40 nmで下記化合物CBPを蒸着し発光層を成膜した。同時に発光性のIr金属錯体として上記（K-3）を添加した。発光層中のIr金属錯体（K-3）の量は7重量%である。この膜上に膜厚10 nmで主成分として（1,1'-ビスフェニル）-4-オラート）ビス（2-メチル-8-キノリノラート）アルミニウム（上記化合物（A-5））と、還元性ドーパントであるLi（Li源：サエスゲッター社製）とを、モル比で化合物（A-5）：Li=3：1で二元蒸着させ、陰極側の電子注入層として化合物（A-5）：Li膜を形成した。この化合物（A-5）：Li膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し有機EL素子を製造した。

得られた素子は直流電圧7.8 Vで、発光輝度102 cd/m²、発光効率7.67 cd/Aの青緑色発光が得られた。また、初期輝度200 cd/m²にて一定電流駆動を行ったところ輝度が半減する時間（半減寿命）は350時間であった。



実施例 2

実施例 1 において、電子注入層における化合物 (A-5) の代わりに、上記 (B-45) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

実施例 3

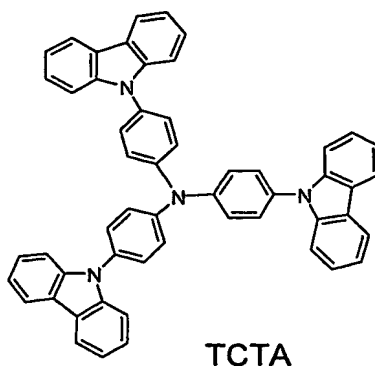
実施例 1 において電子注入層における化合物 (A-5) の代わりに、上記 (B-49) を用い、還元性ドーパント Li の代わりに Cs を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

実施例 4

実施例 1 において、発光層における Ir 金属錯体 (K-3) の代わりに、(K-10) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

実施例 5

実施例 4 において、正孔輸送層における化合物 α -NPD の代わりに、下記 TCTA を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。



実施例 6

実施例 5 において、電子注入層における (A-5) の代わりに、上記 (B-7) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

実施例 7

実施例 5 において、電子注入層における (A-5) の代わりに、上記 (C-15) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

実施例 8

実施例 5 において、発光層を同様に成膜した上に、電子注入層として膜厚 10 nm で化合物 (A-5) を単独で成膜した。その膜上に膜厚 10 nm で主成分として化合物 (A-5) と、Li (Li 源：サエスゲッター社製) とを実施例 5 と同様にモル比で (A-5) : Li = 3 : 1 で二元蒸着させ、陰極側の電子注入層として化合物 (A-5) : Li 膜を形成した。この膜状に金属 Al を蒸着させ、金属陰極を形成し有機 EL 素子を製造し、発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

実施例 9

実施例 8 において、電子注入層における (A-5) の代わりに、上記 (B-7) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

実施例 10

実施例 8 において、電子注入層における (B-7) の代わりに、上記 (C-15) を用いたこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

比較例 1

実施例 1 において、電子注入層に還元性ドーパントである Li を添加しなかったこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

比較例 2

実施例 5 において、電子注入層に還元性ドーパントである Li を添加しなかったこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

比較例 3

実施例 2 において、電子注入層に還元性ドーパントである Li を添加しなかったこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

比較例 4

実施例 6 において、電子注入層に還元性ドーパントである Li を添加しなかったこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

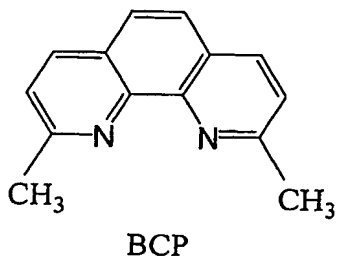
比較例 5

実施例 7 において、電子注入層に還元性ドーパントである Li を添加しなかったこと以外は同様にして有機 EL 素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

比較例 6

実施例 1 において、電子注入層における化合物 (A-5) の代わりに、下記 B

CPを用いたこと以外は同様にして有機EL素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表1に示す。



比較例 7

実施例 8 において電子注入層における化合物 (A-5) の代わりに、上記 BCP を用いたこと以外は同様にして有機EL素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表1に示す。

比較例 8

実施例 3 において電子注入層における化合物 (B-49) の代わりに、下記 BCP を用いたこと以外は同様にして有機EL素子を製造し、同様にして発光輝度、発光効率及び半減寿命を測定した。それらの結果を表1に示す。

表 1

	電子注入層		正孔輸送層	発光層 Ir 金属錯体	電圧 (V)	発光輝度 (cd / m ²)	発光効率 (cd / A)	発光色	半減寿命 (時間)
	主成分	還元性 ドープメント							
実施例 1	(A-5)	Li	α -NPD	(K-3)	7.8	102	7.67	青緑	350
実施例 2	(B-45)	Li	α -NPD	(K-3)	7.5	130	10.2	青緑	720
実施例 3	(B-49)	Cs	α -NPD	(K-3)	6.5	101	10.8	青緑	680
実施例 4	(A-5)	Li	α -NPD	(K-10)	8.8	111	7.26	青緑	420
実施例 5	(A-5)	Li	TCTA	(K-10)	10.2	103	10.3	青緑	450
実施例 6	(B-7)	Li	TCTA	(K-10)	9.2	102	11.4	青緑	380
実施例 7	(C-15)	Li	TCTA	(K-10)	8.3	98	11.7	青緑	370
実施例 8	(A-5)	Li	TCTA	(K-10)	10.8	104	12.4	青緑	460
実施例 9	(B-7)	Li	TCTA	(K-10)	10.0	110	12.8	青緑	520
実施例 10	(C-15)	Li	TCTA	(K-10)	8.2	102	14.6	青緑	440
比較例 1	(A-5)	—	α -NPD	(K-3)	8.3	100	6.42	青緑	120
比較例 2	(A-5)	—	TCTA	(K-10)	12.4	103	7.02	青緑	100
比較例 3	(B-45)	—	α -NPD	(K-3)	8.1	100	7.10	青緑	160
比較例 4	(B-7)	—	TCTA	(K-10)	12.0	102	7.38	青緑	180
比較例 5	(C-15)	—	TCTA	(K-10)	10.1	98	8.38	青緑	170
比較例 6	BCP	Li	α -NPD	(K-3)	7.8	75	4.24	青緑	230
比較例 7	BCP	Li	TCTA	(K-10)	11.4	101	6.22	青緑	220
比較例 8	BCP	Cs	α -NPD	(K-3)	8.2	88	4.82	青緑	160

表 1 に示したように、実施例 1 ～ 10 の有機 EL 素子に対して、還元性ドーパントを加えていない比較例 1 ～ 5 は、発光効率が大幅に劣り、寿命も短かった。また、比較例 6 及び 8 では、電圧が低いものの、発光輝度及び発光効率が大幅に劣り、寿命も短く、比較例 7 では、電圧が高く、発光効率が低く、寿命も短かった。

産業上の利用可能性

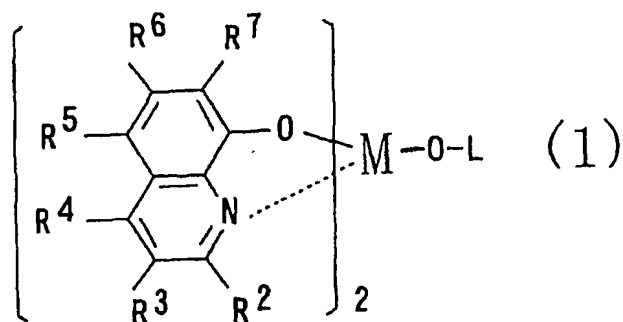
以上詳細に説明したように、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、電子注入層の電子輸送能が向上したことにより、燐光性の発光を用い、発光効率が高く、寿命が長い。このため、フルカラー用の有機エレクトロルミネッセンス素子として有用である。

請求の範囲

1. 陰極と陽極間に、少なくとも燐光性の発光化合物を含有する発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該陰極と接合した電子注入層を有し、

該電子注入層が、含窒素環の金属キレート錯体、含窒素5員環誘導体、非縮合含窒素6員環誘導体、及び一つの炭素環を縮合した縮合含窒素6員環誘導体から選ばれる少なくとも一種類を主成分として含有し、アルカリ金属、アルカリ金属錯体、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属錯体、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、希土類金属錯体、及び希土類金属化合物から選ばれた少なくとも一種類を還元性ドーパントとして含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

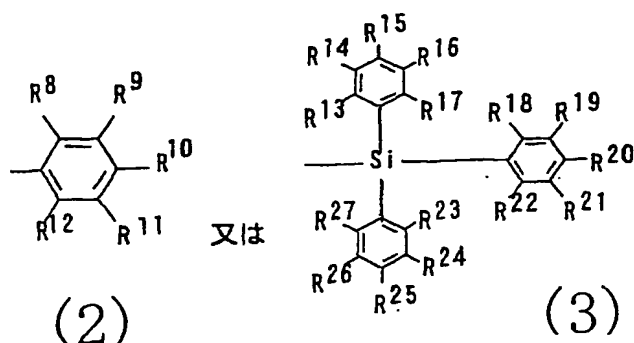
2. 前記含窒素環の金属キレート錯体が、下記一般式(1)で表される請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



[式中、 $\text{R}^2 \sim \text{R}^7$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、オキシ基、アミノ基、又は炭素数1～40の炭化水素基であり、これらは置換されていてもよい。

Mは、アルミニウム、ガリウム又はインジウムである。

Lは、下記一般式(2)又は(3)で表される基である。



(式中、 $R^8 \sim R^{12}$ は、それぞれ独立に、水素原子又は置換もしくは無置換の炭素数1～40の炭化水素基であり、互いに隣接する基が環状構造を形成していてもよい。また、 $R^{13} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、水素原子又は置換もしくは無置換の炭素数1～40の炭化水素基であり、互いに隣接する基が環状構造を形成していてもよい。)]

3. 前記含窒素5員環誘導体の含窒素5員環が、イミダゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、チアジアゾール環、オキサトリアゾール環又はチアトリアゾール環である請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

4. 前記イミダゾール環が、ベンゾイミダゾール環、ピリミジノイミダゾール環、ピリジノイミダゾール環又はピリダジノイミダゾール環である請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

5. 前記非縮合含窒素6員環誘導体の非縮合含窒素6員環が、ピリジン、ピラジン又はピリミジンである請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

6. 前記一つの炭素環を縮合した縮合含窒素6員環誘導体の縮合含窒素6員環が、キノキサリン、キノリン、イソキノリン又はベンゾピリミジンである請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

7. 前記一つの炭素環を縮合した縮合含窒素6員環誘導体の縮合含窒素6員環が、トリフェニルキノキサリン、トリフェニルキノリン、トリフェニルベンゾピリミジン又はこれらの2量体もしくは3量体である請求項6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

トルミネッセンス素子。

8. 前記還元性ドーパントが、電子注入層と陰極の界面領域に、層状又は島状に添加されている請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

9. 前記発光層が、ホスト材料と隣光性の金属錯体からなる請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10. 前記隣光性の金属錯体が、イリジウム錯体、オスミウム錯体又は白金錯体である請求項9に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11898

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H05B33/22, H05B33/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H05B33/00-33/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 01/72927 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 04 October, 2001 (04.10.01), Claims 1, 10; page 35, line 6 to page 36, line 13; page 38, line 19 to page 41, line 13 & US 2002/0045061 A & EP 1205527 A & CN 1365381 A & KR 2002026866 A	1, 9-10 2-8
A	JP 2002-203685 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 19 July, 2002 (19.07.02), Par. Nos. [0012], [0063] to [0064] (Family: none)	1-10
A	JP 2000-196140 A (Sharp Corp.), 14 July, 2000 (14.07.00), Par. No. [0038] & EP 1017118 A & US 6566807 B	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search
27 October, 2003 (27.10.03)

Date of mailing of the international search report
18 November, 2003 (18.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11898

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-182774 A (Joji KIDO, Kabushiki Kaisha Aimesu), 30 June, 2000 (30.06.00), & EP 1011155 B & US 6396209 B & CN 1261760 A & KR 2000048161 A & DE 69908537 E	1-10
A	JP 2002-158091 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 31 May, 2002 (31.05.02), Claim 1; Par. Nos. [0028] to [0048] & US 2002/0096995 A1	1-10
A	JP 8-222375 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), (Family: none)	8
P, A	JP 2003-257676 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 12 September, 2003 (12.09.03), Claims 1, 7; Par. Nos. [0043] to [0059] (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B33/22, H05B33/14

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B33/00-33/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	WO 01/72927 A1 (出光興産株式会社) 2001. 10. 04, 請求項1, 請求項10, 第35頁6行-第36頁13行, 第38頁19行-第41頁13行 &US 2002/0045061 A &EP 1205527 A &CN 1365381 A &KR 2002026866 A	1, 9-10 2-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 10. 03

国際調査報告の発送日

18.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今関 雅子

2V

9529

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2002-203685 A (凸版印刷株式会社) 2002. 07. 19, 段落番号【0012】 , 【0063】 - 【0064】 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 2000-196140 A (シャープ株式会社) 2000. 07. 14, 段落番号【0038】 &EP 1017118 A &US 6566807 B	1-10
A	J P 2000-182774 A (城戸 淳二, 株式会社アイメス) , 2000. 06. 30 &EP 1011155 B &US 6396209 B &CN 1261760 A &KR 2000048161 A &DE 69908537 E	1-10
A	J P 2002-158091 A (富士写真フイルム株式会社) 2002. 05. 31, 請求項1, 段落番号【0028】 - 【0048】 &US 2002/0096995 A1	1-10
A	J P 8-222375 A (出光興産株式会社) 1996. 08. 30 (ファミリーなし)	8
P, A	J P 2003-257676 A (富士写真フイルム株式会社) 2003. 09. 12, 請求項1, 請求項7, 段落番号【0043】 - 【0059】 (ファミリーなし)	1-10